Dei

BACINI DI CARENAGGIO

E

PARTICOLARMENTE DI QUELLO

COSTRUTTO NEL PORTO DI GENOVA

DAL 1847 AL 1851

MEMORIA

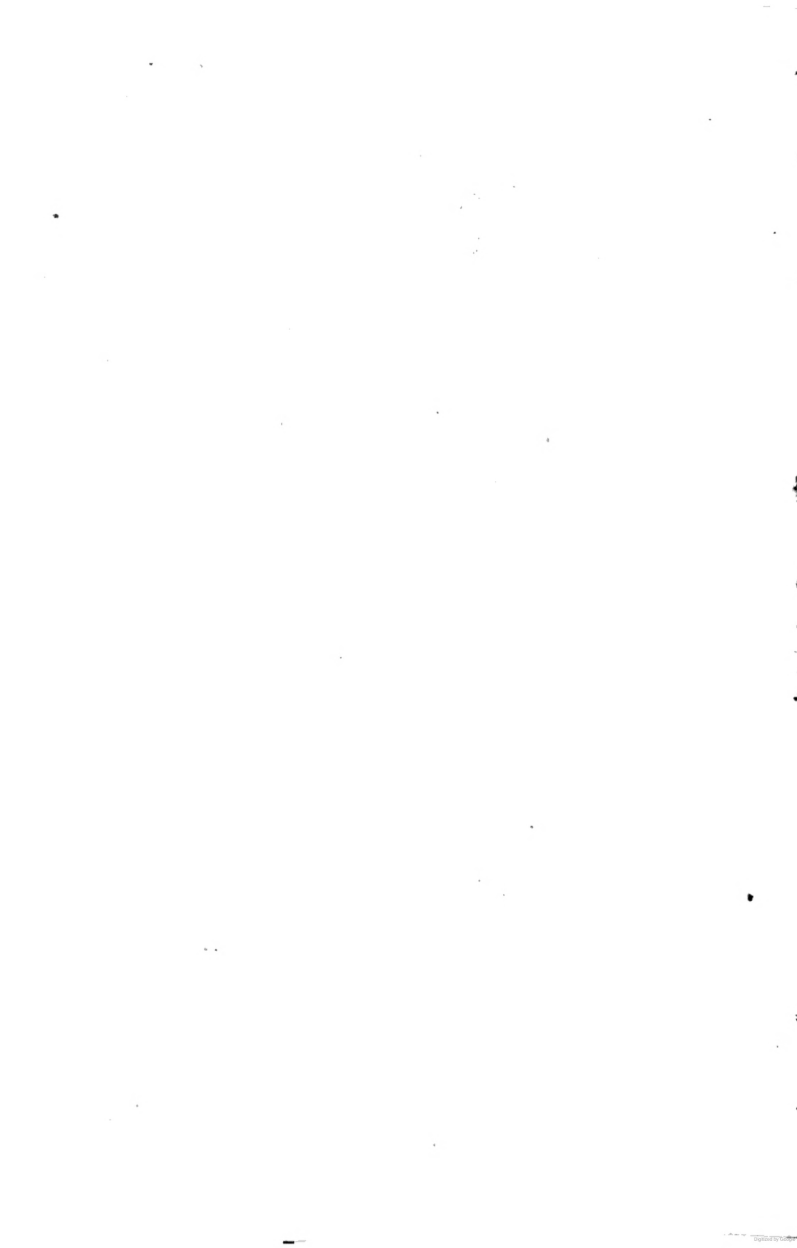
DI

DAMIANO SAULI

Colonnello del Genio e Deputato.

GENOVA

DAI FRATELLI FERRANDO

PIAZZA S. MATTEO.

AL PARLAMENTO NAZIONALE

Vi presento in questa memoria la descrizione completa dei lavori eseguiti nel Porto di Genova per la costruzione del Bacino di Carenaggio ordinato dal Magnanimo Re Carlo Alberto *ed ora compito sotto il vostro favorevole auspicio.*

Il felice risultato di questo vasto e difficile lavoro primo a nascere nei Porti Italiani, e che ottenne lode anche presso allo straniero, mi dà la fiducia di tributarvene l'omaggio persuaso che vi degnerete gradirlo.

Non vi tacerò intanto che molte e gravi difficoltà s'incontrarono nell'eseguirlo, fra le quali primeggiano la ristrettezza dei luoghi, e l'arduità di superare il fondo subacqueo composto di durissimo tufo che fu giuocoforza demolire colla mina scendendo fino alla profondità di dodici metri sotto al livello ordinario del mare. Contuttociò ed a malgrado d'ogni ostacolo non si ebbe mai luogo di deplorare alcun funesto accidente, nè alcuna famiglia ha versato una lagrima.

Accettate dunque l'offerta di questa memoria descrittiva di un'opera che a buon diritto puole essere annoverata fra quelle di vera pubblica utilità, e se non potete accogliere la mia produzione

siccome degna della grandezza vostra, ricevetela almeno qual sincera testimonianza di stima, e quale giusto tributo di ammirazione per l'alta vostra sapienza.

Genova, *il* 2 *Giugno* 1852.

DAMIANO SAULI Deputato.

PARTE PRIMA

CENNI STORICI E GENERALITÀ *

Il Magnanimo Re CARLO ALBERTO di gloriosa memoria, con Decreto 21 Agosto 1845, approvava la costruzione di un Bacino di Carenaggio nel Porto di Genova a benefizio del militare e del mercantile naviglio. S. A. R. il Principe Eugenio di Carignano, in quei tempi Comandante Generale della Regia Marina, ne affidava a me il progetto e l'eseguimento.

Grave e difficile incarico era questo, avvegnachè si trattasse di opera ingente, arrischiata, e non mai prima d'ora eseguita in Italia. L'amore di patria, il desiderio di lasciarle

* Le nozioni riferite in questa prima parte sono desunte dalle memorie dei sigg. Noël e Bernard state graziosamente favorite dal primo di questi due rinomati Ingegneri.

dopo morte un monumento che rammentasse il mio nome, mi persuasero ad assumere lo studio e la direzione di questo non ordinario lavoro. La sorte coronò con felice successo le mie fatiche ed i miei studii. Non mi rimane ora dunque che di render ragione dell'operato ad utilità dei novizi, a testimonianza di stima per i perfetti nell'arte. Prima però d'innoltrarmi, credo opportuno il dire, che un Bacino da carenaggio è una gran conca murata, nella quale s'introducono le navi per esservi esaminate all'asciutto, e raddobbate.

La manovra che si usa a tale uopo è assai facile nei porti soggetti alla marea, poichè basta introdurre la nave quando le acque sono piene: aspettare che la marea discendente lasci in asciutto il Bacino e la nave che si vuol racconciare, e tener chiuse le porte onde impedire al rifluente mare di penetrare nell'interno dell'edifizio, il quale rimane in secco finchè sia totalmente compito il lavoro che si vuol fare attorno la nave. Ma nei porti che non vanno soggetti al flusso ed al riflusso del mare, come appunto son quelli del Mediterraneo, l'arte deve supplire alla natura. Occorrono quindi mezzi speciali di chiudimento, macchine per prosciugare, difficoltà somma nel costruire. Di tutto questo ragioneremo nel seguito; ma intanto osserviamo che la qualità principale di ogni Bacino dev'essere quella di essere stagno e capace di ammettere in sè bastimenti di qualunque portata.

Fra i grandi Bacini che si costruirono nel Mediterraneo primeggiano quei di Tolone. Devesi il primo all'illustre Ingegnere Groignard, il secondo all'Ispettore Bernard, ed il

terzo che è il più grandioso di tutti all'ingegno speciale del Cav. Carlo Noël, Ingegnere in capo dei lavori idraulici di quel porto militare.

Sarà pregio dell'opera il dare un'idea breve e succinta di questi capi lavori, anzi che sia descritto quello recentemente costruito nel porto di Genova.

PRIMO BACINO

DELL'INGEGNERE COSTRUTTORE NAVALE SIG GROIGNARD.

(*Fig. I. Tav. I.*)

La Marina Francese ebbe per molti e molti anni a desiderare nel Mediterraneo la costruzione di Bacini o Forme per la conservazione delle sue navi da guerra. La soluzione di questo problema, stata iniziata dal Conte di Maurepas, fu creduta e dichiarata per lungo tempo impossibile, ma ciò non rimosse il di lui successore, che fu il Conte di Praslin, dall'idea di riuscire, ed egli ne affidava lo studio al distinto Architetto Laurent, il quale colto da morte, lo trasmetteva all'illustre Groignard, in allora Ingegnere costruttore navale.

Si diede questi al lavoro, e propose un progetto che presentato all'Accademia delle Scienze ne ricevette l'assenso.

Ciò succedeva nel 1774, e nell'aprile di quell'anno medesimo il Re ordinava, ed il Groignard cominciava l'eseguimento del suo importante lavoro.

Grandi erano al certo le difficoltà che si opponevano, fra le quali non ultima la natura stessa del suolo su cui do-

veva elevarsi quell'edifizio, e che si era riconosciuto mal fermo, fangoso, ed impregnato da abbondanti e numerose sorgive.

Ardua cosa era dunque lo stabilirsi su di esso, ma l'ardito Groignard cercò coll'arte di superar la natura. Ideava egli pertanto la costruzione di una cassa rettangola lunga 100 metri, larga 31, alta 11, che ripartita internamente in otto grandi sezioni, fabbricava su di una zattera composta di grossi fusti di alberatura da nave, sorretti da un competente numero di botti.

Questa cassa che fu diligentemente calafatata esibiva in uno de' suoi lati minori un'apertura fatta a trapezio, chiusa provvisoriamente con uno sportello, il quale doveva aprirsi solo allorquando si avrebbe voluto mettere il Bacino in circostanza di funzionare. E per scioglierla dalla zattera su cui era stata costrutta, e porla in caso di navigare, altro non occorse che di gravare con pesi la zattera istessa che le serviva d'appoggio, e di sturare ad un solo istante le botti. Quell'immenso sostegno s'immerse tostamente, e la cassa, ridotta in uno stato indipendente, fu trascinata sul luogo ove doveva naufragarsi.

Prima però di procedere a questa ardita operazione volle il Groignard espurgare dal limo e dal fango il sottoposto terreno.

Ne riconobbe poi la sodezza calcandolo per ogni verso con una larga e pesantissima mazzeranga, e credette esser certo della sua incompressibilità dopo di averlo ribattuto con un maglio pesante, che faceva cadere dall'altezza di circa due metri sopra di un'asta, che aggiunta ad un grosso tacco

di legno sporgeva alcun poco al disopra del livello ordinario del mare.

Accertatosi infine che quest'operazione non produceva più alcun modo di compressione sul suolo, si fece egli tosto a prepararlo in guisa da potervi allogare le chiglie della gran cassa, ch'egli, siccome nei bastimenti, aveva collocate a sporgimento sul di lei fondo; il che compito, sommerse la cassa, e la caricò con un peso equivalente ad un milione di quintali, 400 mila dei quali si componevano d'acqua, e 600 mila di pietrame e zavorra, lasciandola quindi in questo modo onerata per lo spazio di oltre a sei mesi.

Passati questi, intraprese l'esaurimento, ma si accorse bentosto, che la sua cassa non era stagna assolutamente, poichè le filtrazioni che emanavano dal fondo vi producevano ad ogni 24 ore un volume d'acqua non minore di 300 a 360 metri cubi. Contuttociò l'Ingegnere Groignard giudicò tali filtrazioni, come di poco conto, sperando eziandio di poterle soffocare nel seguito.

Persuaso da quest'idea cominciò allora le murazioni, ed esonerava in pari tempo dal peso surriferito la Cassa, la quale non trovandosi più per tal modo equilibrata, si ruppe; onde si aprirono in varii luoghi le fabbriche; le acque innondarono, e non fu che a forza di esaurimenti e di penose operazioni che si potè condurre a finimento questo grande ma sfortunato lavoro.

E qui giovi riflettere che la causa principale di questo sconcerto deve attribuirsi al difettoso spianamento del suolo subacqueo, alla difficoltà di purgarlo da quello strato di fango che lo copriva ed alla impossibilità assoluta di stabilirvi a

perfetto combaciamento il fondo inferiore della Cassa. L'esperienza ha comprovate queste asserzioni, ed ha dimostrato col fatto, che dalle accennate circostanze derivarono gli sfortunati accidenti, pei quali questo primo Bacino dovette per 25 anni rimanere quasi inoperoso. Oltre a ciò egli è facile il convincersi che la Cassa Groignard sebbene avesse resistito alla prima prova di esperimento, vale a dire alla carica di un milione di quintali, non poteva reggere al peso delle murazioni ancorchè più leggiero, poichè come si disse essendo stata soppressa la pressione che esercitava uniformemente il carico generale, allorchè pel fatto della murazione venne questo ridotto a quel solo che doveva gravitare all'estremità dei fianchi della Cassa, rimanendo essa così sbilanciata, dovette rompersi necessariamente, onde allora apparirono quelle imponenti filtrazioni, il prodotto delle quali era infine cresciuto fino ad uguagliare 100 metri cubi di acqua per ora.

L'opera però fu condotta al suo termine, ma come dissi durante 25 anni non potè funzionare, se non che impiegandovi continuamente la forza di 180 uomini a tener l'acqua in rispetto, e ad impedire che la platea ne rimanesse allagata. Ed in tale condizione durarono le cose fino a che l'Ingegnere Carron coll'applicare il rimedio della cementazione ch'egli aveva altrove esperimentato per l'unico in così fatta emergenza, se non sanò quel Bacino, lo ridusse almeno ad uno stato praticabile, siccome oggi giorno si vede, non richiedendo che una sola ora di giornaliero lavoro per essere mantenuto in asciutto.

SECONDO BACINO

DELL' ISPETTORE SIG. BERNARD.

(Fig. II. Tav. I.)

Le imperfezioni del Bacino Groignard ed i bisogni della Marina fecero ben presto sentire la necessità di costruire due nuovi Bacini nel Porto di Tolone. L'illustre Sganzin ne aveva studiato il programma già fino dal 1821, ma l'Ispettore Bernard a cui venne dal Governo commesso il lavoro credette opportuno di modificarlo, e due anni dopo, appoggiato a particolari suoi studii, si diede ad imprenderlo.

Fu pertanto scavato ed appianato il terreno subacqueo fino alla profondità di 11 metri (acque medie) (*) valendosi delle macchine effossorie comuni; lento ed ostinato lavoro che richiese quattro anni di tempo.

Appena compito, si cinse l'area con una palificata fatta con pali situati a combaciamento formando con essi un rettangolo, il di cui lato minore aveva 30^{mi} di lunghezza, 80^{mi} il maggiore; rimase però libero ed aperto il quarto lato.

Sul fondo si piantarono pali di fondazione distanti $1^{m}00$ gli uni dagli altri; i quali essendo battuti con un maglio pesante 1000 chilò, e cadente da 8^{m} d'altezza si adden-

(*) Le acque del Mediterraneo sebbene non vadano soggette ad un regolare moto di flusso e riflusso come quelle dell'Oceano, provano pure sensibili variazioni in altezza, la legge delle quali non si può finora esattamente statuire, ma che si osservano assai distintamente in occasione di venti regnanti, come si ebbe a conoscere dalle giornaliere e ripetute osservazioni fatte in Genova dal 1846 sino al dì d'oggi.

travano nel suolo pel tratto di 4 a 5 metri, ed avevano l' oggetto di consolidarlo.

Si faceva quindi con del pietrame un regolare appianamento, che doveva principalmente servire a nascondere quanto era possibile la testa dei pali, ed a scacciare la melma che non si era potuta raccogliere colle cucchiaie; la quale operazione compita, si spandeva regolarmente sopra di questo spianato un letto di calcestruzzo composto con 3 parti di calce spenta, 4 di pozzolana, 5 di pietrisco e 2 di sabbia, valendosi a tale oggetto di certe piccole casse della capacità di un decimetro di metro cubo, che caricate e tradotte poi colla maggior attenzione sul fondo vi si rovesciavano.

La grossezza totale di questo letto che formava la platea fu limitata a 3^{mi} 00, ed occorsero tre mesi a compirla.

Durante questi apparecchi si costruiva e si metteva in mare la gran Cassa del centro componendola di otto sezioni uguali che vennero sommerse sul luogo, disposte a perfetto combaciamento le une colle altre, ed in guisa che il loro asse longitudinale corrispondesse perfettamente a quello del Bacino. Fu chiusa allora la bocca con un telaio composto di due parti, delle quali quella che formava il contorno era stabile, l' altra che rimaneva al centro, ed alla quale erasi data la forma di trapezio, era per così dire posticcia e doveva essere rimossa quando si fosse aperto il Bacino.

Le dimensioni della Cassa anzidetta erano le seguenti: larghezza 24^{mi}, lunghezza 82^{mi}, altezza 8^{mi} 40.

Ma le sue pareti lungi dall' essere verticali erano fatte a contorno circolare, ed esibivano la forma di un quadrante di 8^{m} 00 di raggio, in guisa che lo spazio interposto fra

le loro sommità, e la palafitta che circondava il Bacino, era misurato da soli 3^m 00, mentre quello che rimaneva da una parte e dall'altra sul fondo non ne aveva meno di 11^m poichè il piano della Cassa aveva pure 8^m in larghezza.

L'idea di valersi di molti legnami torti esistenti nell'Arsenale, e forse anche quella di modellare l'ossatura della forma approssimativamente a quanto avrebbe dovuto riuscire finita, fece adottare al Bernard questo metodo di cui ebbe poi come vedremo a pentirsi.

Assicurata la Cassa del centro, e chiusa la bocca, si cominciarono a gettare i fianchi dell'edifizio col riempiere di calcestruzzo il vano rimasto fra la palificata circondante, e le pareti incurvate della Cassa; e spianato il lavoro fino al disopra del livello ordinario del mare si lasciò per un anno in riposo affinchè prendesse il necessario assodamento.

Correva allora l'anno 1833, il settimo cioè da quello in cui erano stati intrapresi i lavori, e credendosi che la cementazione avesse ottenuta la consistenza e la solidificazione richiesta, si cominciava il prosciugamento della Cassa centrale, valendosi a tal uopo di due macchine a vapore, ogniuna delle quali aveva 20 cavalli di forza.

Ma l'acqua abbassatasi a 2^m 70, rimase stazionaria, che tanta se ne estraeva altrettanta ne entrava, le infiltrazioni equilibrando la dispensa delle trombe, che riusciva uguale a 12^m cubi per ogni minuto.

Non essendo in tal modo possibile il venire a capo tutto ad un tratto dell'esaurimento, l'ingegnoso Bernard si volse a superarlo col mezzo di prosciugamenti parziali. Prima però di accingersi a questo faticoso lavoro gli fu d'uopo cimen-

2

tarsi colla difficoltà di rimuovere e di demolire la Cassa onde appoggiare le sue ture ai fianchi vivi ed alla cementazione del fondo. L'industria e la costanza vinsero a poco a poco l'ostacolo, che era gravissimo; ma la Cassa venne rimossa, ed allora il Bacino venne colmato pei $^4/_5$ della sua capacità con terra argillosa appoggiata e sostenuta da una parte al telajo della bocca debitamente afforzato, e dall'altra ad un assito di tavoloni col quale era chiusa la rimanente quinta parte del cavo, ove si doveva formare l'emiciclo che presentava il limite estremo dell'edifizio.

Il tentativo ebbe sorte felice; le acque si abbassarono prima, scomparvero poi, e si potè finalmente visitare il lavoro della cementazione; con poca soddisfazione però ciò fu eseguito, poichè ben tosto si ebbe a conoscere che, sia per la forma data alla Cassa, sia per non essersi curati di purgare il calcestruzzo da quella melma lattiginosa che si forma sempre nel versamento, il getto che si era addensato ed era resistente nella parte superiore dei fianchi, riusciva slavato e diluito nella parte inferiore a segno tale, che fu mestieri esportarlo e liberarsene; ed ecco in qual modo l'esimio Ingegnere descrive egli stesso l'andamento di questo difficile ed interessante lavoro.

Il lavoro della platea venne scoperto, si tolsero via le materie slegate che si trovarono nella cementazione, e s'intraprese la fabbrica nel modo seguente.

Aperti in prima due canaletti longitudinali al piede dei fianchi vi si raccolsero le acque della platea, la quale pel peso dei fianchi si era incurvata in un arco di 10 centimetri di freccia; si elevarono poi queste acque con una coclea all'al-

tezza di 1^m 50, e si diedero all'assorbimento delle trombe a vapore.

Si stabiliva frattanto sul piano del fondo una pavimentazione fatta con mattoni di 0, 30 di larghezza, masticiati col cemento di Poully e disposti in modo da offrire dei piccoli canaletti di 2 a 3 centimetri di larghezza che si versavano nei laterali preparati appiè dei fianchi dell'edifizio. Sopra questa pavimentazione se ne fece poi una seconda di mattoni eguali ai primi, ma collocati a contatto, che sovrapposti formavano tre strati, ottenendosi in questo modo una massicciatura di quasi 20 centimetri di grossezza, quale fu tosto caricata con zavorra di ferro; vennero allora sospesi gli esaurimenti, e si abbandonò alla sorte il lavoro per quasi 15 giorni. Ma le filtrazioni riprendendo vigore, superarono la massicciatura, e si innalzarono di bel nuovo fino al livello ordinario del mare. Finiti i 15 giorni di prova si riprese l'esaurimento, si visitò la massicciatura, e con alcuni cedimenti vi si riconobbero molte fessure apertesi in varii modi. Si rimossero allora precauzionatamente i mattoni che contornavano queste fessure, e colla maggior cura si ripristinarono con nuovo mastice, spianando il tutto perfettamente a livello. Si ripetè quindi l'esperienza già fatta, e dopo altri 15 giorni di prova si vide che il cedimento era minore e che le fessure riuscivano per così dire impercettibili.

Si accrebbe allora la massicciatura portandola a 0, 55 di altezza; si ripetè l'esperienza, al finire della quale si cominciò il lastricamento della cunetta di mezzo con pietre da taglio, e con fabbrica di pietrame che le serviva d'appoggio laterale. Finalmente dopo sei mesi di prove continue, di ca-

rico e di racconciamenti parziali, si ottenne di costruire convenientemente il lavoro.

Non ci arresteremo ora qui a ragionare sulle cause di questi avvenimenti, basterà il dire che al postutto il Signor Bernard medesimo li attribuisce: 1.° alla mal ferma condizione del suolo per cui ebbero luogo varii cedimenti, d'onde lo sconnettersi dei pavimenti: 2.° alla poca cura che si ebbe di espurgare la cementazione dalla melma lattiginosa che si produce nel versamento del calcestruzzo.

Si vuole da noi rispettare l'autorevole opinione di quel grande Ingegnere; con tuttociò osservazioni speciali e fatti ulteriori osservati nella costruzione del nostro Bacino, ci danno luogo di credere colla maggiore certezza che alla seconda cagione piuttosto che alla prima si debbono giustamente attribuire gli sconcerti avvenuti in quell'edifizio.

La prima parte del lavoro o la pavimentazione della platea era finita, bisognava procedere alla costruzione dei fianchi, che non meno del fondo andavano soggetti ad infiltrazioni ed a trasudamenti.

Ed ecco come descrive il Bernard l'eseguimento di un lavoro così difficile.

Appena tosto era stato compito lo spianamento della platea, e che niun cedimento oramai più compariva, andavano pure scemando le filtrazioni, ed i piccoli meati che potevano incontrarsi si obliteravano colle concrezioni calcari prodotte dai trasudamenti, senza però impedire che una certa quantità d'acqua sfogasse nei canaletti longitudinali preparati ai piedi della fasciatura dei fianchi, i quali furono immediatamente coperti da un vòlto che tratto tratto s'interrompeva

da sportelli di $0^{m}50$ di lato, collocati a 1,50 da centro a centro.

Si formavano in questa guisa altrettanti piccoli pozzi che si elevavano coll' innalzarsi della muratura, finchè questa raggiunse l'altezza delle acque piene. Toccato quel limite, si chiudeva l'estremità della Galleria praticata nel fondo, e si lasciava che le acque risalissero fino al loro naturale livello. Allora poi si colmavano i pozzi con malta idraulica, e con cemento sottile, usando la prima negli strati inferiori e per $2^{m}00$ d'altezza, e valendosi del secondo nella parte del vuoto restante. Nello scopo poi di comprimere la malta e di farla addentrare nel fabbricato si usavano certi turaccioli di pietra, che accuratamente calcati spingevano la materia nella quale erano immersi, obbligandola a refluire ed a cacciarsi nelle più minute fessure, che in cotal guisa rimanevano accecate ed impermeabili.

Giunto infine il riempimento al disopra del livello dell'acqua lo si copriva con un dado di pietra sopraccaricato di zavorra di ferro; si abbandonava poi il lavoro per lo spazio di 15 giorni, passati i quali si asciugavano le acque che avevano potuto filtrare, e si continuava così pazientemente ad operare finchè per lo costipamento dello smalto e della cementazione non apparissero ulteriormente nè filtrazioni nè sudamenti.

In questa guisa fu condotto e mandato a compimento un lavoro tanto difficile, il quale migliorando d'anno in anno col diminuire degli scoli, è tale oggi giorno da prestare il più segnalato servizio alla marina, non richiedendosi attualmente se non che l'azione di una piccola tromba che mo-

vendosi giornalmente impedisce che la platea rimanga allagata dallo spandimento che ancora rimane prodotto da una fessura longitudinale che vi si incontra, e che non si riescì di accecare.

Il tempo impiegato in questo importante e pericoloso lavoro fu di circa 11 anni, ed ora corrono quasi i 14 che se ne ricava profitto senza che occorrano gravi spese di mantenimento o di ristauro. Veniamo al terzo Bacino.

TERZO BACINO.

DELL'INGEGNERE-CAPO SIG. CARLO NOEL.

(Fig. III. Tav. I.)

Gli esempi ed i fatti osservati precedentemente portarono il loro frutto nella costruzione di questo nuovo Bacino, cosicchè l'illustre Noël che ne è l'autore, riconosciuta l'inutilità del pilotamento del fondo, lo soppresse, e spianato e ripulitolo dalla melma, e dal fango formò la platea dell'edifizio con un getto solo di cementazione a cuï diede dai 4 ai 5 metri di grossezza, e la caricò con un peso uniforme per tutta quanta la sua estensione bilanciando così la pressione delle sponde che furono pure costrutte di getto.

Grande fu l'attenzione di questo Ingegnere nel purgare il fondo sul quale doveva lavorare, e non meno assidue furono le sue cure per sceverare dalla sostanza morta e lattiginosa il calcestruzzo col quale si componeva la base e le sponde del suo si grandioso edifizio, a cui diede di-

mensioni maggiori di quelle che avevano già i precedenti (*).

Nè prima d'accingersi all'opera omise egli di esperimentare le varie composizioni degli smalti, dai quali si proponeva di ottenere una pronta solidificazione e la più assoluta impermeabilità. Ma da tutti questi esperimenti egli fu indotto a credere che la sola mistura della calce grassa colla pozzolana nostrale può condurre con sicurezza all'oggetto, onde a ragione ebbe luogo di asserire che con un tale impasto riesce per così dire impossibile di non produrre una malta eccellente.

Sarà pregio di questa memoria lo accennare testualmente le conseguenze che questo illustre Ingegnere dedusse dalle osservazioni e dagli esperimenti ch'egli fece intorno alla manipolazione degli smalti, e che formano oggetto di lunghi e particolari suoi studi.

Gli smalti, dice egli, che si compongono colla pozzolana d'Italia e colla calce ordinaria presentano costantemente una grande superiorità, avuto riguardo alla rapidità del loro consolidamento, a fronte di quelli che si compongono colla sabbia, e colla calce idraulica.

La resistenza di un aggregato di calce grassa e di pozzolana è almeno uguale a quella che si ottiene coll'unire alla pozzolana la calce idraulica, mentre che l'unione di questa calce colle sostanze vulcaniche non presenta vantaggio se non se quando queste non abbiano una grande ener-

(*) Le dimensioni del Bacino n.° 1 Groignard sono le seguenti: lunghezza totale fino al primo incastro $65^{m}\,00$; larghezza al coronamento $24^{m}\,00$; altezza sulla soglia ad acque piene $6^{m}\,15$. Quelle del Bacino Bernard sono: lunghezza $71^{m}\,00$; larghezza $25^{m}\,00$; altezza $6^{m}\,55$. Quelle del Bacino Noël: lunghezza $74^{m}\,00$; larghezza $24^{m}\,00$; altezza $8^{m}\,00$ misurata come fu detto.

gia, ma ben tosto sparisce questo vantaggio quando alla calce idraulica si unisce la pozzolana, l'azione energica della quale neutralizza quella della calce.

L'aggiunta delle sabbie alla pozzolana smagrisce lo smalto, nel quale dopo un certo lasso di tempo si osserva pure una sensibile e spontanea disaggregazione nelle parti che lo compongono, ond'è che questa mistura dev'essere sempre reietta.

Le proporzioni fra la calce e la pozzolana possono variare assai largamente senza che ne risulti un sensibile cangiamento nella qualità dello smalto; l'uso però più comune, e che ha offerto i migliori risultati si è quello di unire due terzi in volume di pozzolana ad un terzo di calce.

La ritriturazione degli smalti eseguita 24 ore dopo la loro fabbricazione, non li rende migliori, nè impedisce che se ne svolga al momento della loro immersione quella melma lattiginosa che riesce tanto funesta alla loro buona riuscita; al contrario s'osserva che la tenuità delle parti che compongono la pozzolana e la sua riduzione in una polvere, per così dire impalpabile, conviene sommamente alla buona riuscita degli smalti, ond'è che nei grandi lavori non debba accettarsi la pozzolana se non sia stata prima finamente vagliata.

Finalmente deve conchiudersi che ogni smalto composto con calce e pozzolana pura deve aversi per eccellente qualunque siano le proporzioni impiegate, e si potrebbe anche asserire che da così fatta mistura egli è per così dire impossibile che ne risulti uno smalto di cattiva qualità.

L'importanza di queste considerazioni fatte da una persona tanto distinta, quanto lo è l'ingegnere Noël, m'indus-

sero a riferirle, onde combattere certi pregiudizi che ancora s'incontrano presso molti Ingegneri, e dar loro a conoscere che la natura che fu larga al suolo d'Italia d'ogni prodotto, presenta in esso eziandio un elemento singolarissimo per le migliori costruzioni nell'acqua colla potente sua pozzolana.

Ritorno al soggetto, e dalle stesse parole dell'esimio Ingegnere derivo pure i fatti che avvennero nella nuova e sorprendente costruzione felicemente da lui compita già da qualche anno.

La costruzione del Bacino n.° 3 era stata ordinata già fino dal 1827; l'Ispettore Bernard se n'era occupato, ed anzi il ricinto di pali che lo doveva racchiudere era già stato preparato, durante la costruzione dell'altro Bacino che ha il n.° 2.

Gli scavi erano quasi pronti, ed anzi durante pressochè tutta l'annata 1841 si era lavorato a raccogliere la melma che vi affluiva dal fondo del Porto il di cui piano sovrastava di 6 a 7 metri allo scavamento.

Le impalcature si preparavano; si rimettevano i pali corrosi dalla bruma (*); si apprestavano i mezzi per manipolare lo smalto, valendosi a tale uopo di grandi secchi di legno ideati e proposti dal Noël in sostituzione dei molini a maneggio dei quali si era valso il Bernard, e che in questo caso mancando lo spazio non si potevano usare. Si costruivano infine le macchine pel versamento del getto a seconda di un suo nuovo e più perfetto sistema.

Di questi ingegni che graziosamente vennero dal Governo

(*) *Bruma* è una sorta di vermi di mare che rodono il legno sott'acqua. Sellio ha denominato questo verme *Teredo vel xylophagus marinus* (Stratico).

Francese imprestati al nostro Governo in occasione della costruzione del nostro Bacino, sarà fatta menzione nella seconda parte della presente memoria.

Prima però di cominciare l'operazione del getto, l'Ingegnere Noël volendone impedire quanto fosse possibile lo smagrimento, rifasciava il suo vasto ricinto di pali con una larga fascia di quella tela che dicesi *Olona*, di cui si valgono i fabbricanti di vele, che dispiegava ed inchiodava sui pali coll'opera dei Palombari, che lavorarono per qualche tempo sotto alla consueta campana, ma che alla fine si tuffarono liberamente nell'acqua.

Il 15 maggio del 1843 fu cominciato il getto della platea che fu composto con otto strati successivi, alti ciascuno $0^m 50$ e formati di un impasto di calce, di pozzolana e di pietrisco che veniva accuratamente versato col mezzo delle macchine perfezionate dal Noël e che colla maggior diligenza, coll'opera di alcune trombe a stantuffo di cuoio inventate dal Letestu veniva espurgato continuamente della materia inerte e lattiginosa che si andava formando.

E per viemmeglio agevolare lo scolo di questa dannosa materia, la superficie della cementazione veniva regolata a seconda di un piano inclinato, in capo al quale ed alla parte più bassa si collocavano le trombe.

Giovi or qui di notare a vantaggio di chi ha poca pratica di questo genere di lavoro, che reca certo stupore, ma che non si dee paventare la grande quantità di materia, che da queste trombe sollevasi; che anzi lungi dal temere di smagrire troppo il composto, nulla mai deve ommettersi per accuratamente purgarlo. Ed in prova del fatto accen-

però che avendo io stesso instituite molte esperienze onde conoscere se le assorbite sostanze fossero dopo la loro estrazione capaci ancora di consolidarsi, non mai l'ottenni; ed anzi osservai che rimanevano inerti sempre ed insensibili ad ogni qualunque nuova mistura, cosicchè io dovetti considerarle come offerenti il vero *Capo morto* della materia versata.

Frattanto però che si lavorava alla costruzione della platea si preparavano le casse, che formando il nocciuolo interno dell' edifizio dovevano servire a modellarlo. Avevano esse 20^{m} 00 di larghezza in coperta, 19^{m} 70 alla base; variata lunghezza: erano tutte però accuratamente calafatate, e la intersezione delle loro pareti col fondo esibindo uno spigolo vivo, s' impedirono gli effetti dello slavamento della cementazione che tanto disturbo avevano recato all' Ingegnere Bernard nell' antecedente sua costruzione.

Furono esse costrutte sull' istesso Cantiere, ma si affondarono successivamente l' una dopo dell' altra, ogni qualvolta la porzione della platea corrispondente a ciascuna si trovava compitamente spianata e presentava spazio bastante ad accoglierla.

Si distinguevan per numeri dall' 1 all' 8; le due segnate col numero 1 e 6 avevano una particolare struttura, tutte le altre erano state con un modello uniforme costrutte.

La cassa n. 1 che doveva servire a modellare l' emiciclo del Bacino esibiva da quella parte due capi tagliati corrispondenti alla forma poligonale del ricinto di pali che disegnava la prima figura dell' edifizio, ed aveva 15^{m} 50 di lunghezza; la cassa distinta col n. 6, che si trovava all' altra estre-

mità del Bacino era stata preparata nella sua parte esteriore con un robusto sportello che a suo tempo riusciva amovibile, e che ben puntellato all'indietro doveva intanto servire d'appoggio alla tura colla quale era d'uopo di chiudere provvisoriamente la bocca dell'edifizio.

Le casse distinte col n. 7 e 8 che erano misurate da 6^{m} in lunghezza ciascuna venivano poi collocate esteriormente al Bacino, destinandosi la prima a modellare il cavo nel quale si doveva costruire la tura, a cui la seconda od il n. 8, doveva infine servire di secondo sostegno.

Tutte le altre casse, vale a dire quelle che avevano il numero 2, 3, 4, 5 che formavano colla 1.ª e colla 6.ª il nocciuolo interno dell'edifizio avevano indistintamente $15^{m}50$ di lunghezza, e giusta il primitivo progetto dovevano collocarsi a combaciamento le une colle altre; ma non lo furono infatti, poichè si credette opportuno dimezzare l'edifizio con due traverse della grossezza di 4^{m} ciascuna che scompartivano la lunghezza del Bacino in tre distinte sezioni, o caselle, e che al paro dei fianchi del Bacino si costruirono di getto, avendo per oggetto di agevolare l'esaurimento col suddividerlo, e di sostenere la cementazione dei fianchi.

Questa precauzione però fu giudicata nel seguito non necessaria, ed anzi può dirsi, che senza punto arrischiare la buona riuscita o la sicurezza dell'opera, si poteva prescinderne.

Così disposte le cose, e compita la cementazione della platea e dei fianchi, operazione che ci riserviamo di descrivere parlando di quanto venne eseguito pel nostro Bacino, che è una perfetta immagine di quello di cui ora si ragiona, fu abbandonato a se stesso il lavoro per lo spazio di 18 mesi

onde permettergli di consolidarsi e di acquistare il dovuto costipamento. Non però si oziava in quel tempo, ma si preparavano i materiali, e fra gli altri le pietre squadrate che dovevano servire di fasciatura all'edifizio, e si costruiva la tura della bocca, nel quale lavoro l'esimio Ingegnere Noël fu sottoposto ad una penosissima prova, ed ecco in qual modo.

Aveva egli già preparato come di anzi fu detto quanto occorreva alla costruzione della tura, ed il lavoro toccava quasi al suo termine, quando la cassa ottava che doveva servire di sostegno alle terre dalla parte del largo improvvisamente si ruppe, e le sue rovine in un colle terre della massicciata e le zavorre che la caricavano furono tutte insieme travolte nel mare; fu quindi giuoco forza di rimettere un'altra cassa in cantiere, di accordarle dimensioni di maggior resistenza o di sbarazzare le materie cadute; i quali lavori lunghi, penosi, e difficili, trattandosi di una notevole profondità, vennero affidati dall'Ingegnere Noël alla solerzia del signor Calamand (*) distinto impiegato della Direzione dei lavori idraulici del Porto di Tolone, il quale, se pure vi impiegava un anno di tempo per darli compiti, riuscirono però così perfettamente che gli meritarono e lode ed encomio da parte di quell'egregio da cui dipendeva.

Di questo avvenimento mal farebbe chi volesse appuntarne il Direttore dei lavori, poichè tutto era stato da lui convenientemente e calcolato e disposto; ma l'accorgimento dell'uomo non è mai tanto grande quanto lo è la fatalità.

Erano frattanto già scorsi 18 mesi dappoichè l'opera della

(*) Quest'esimio Impiegato, che è d'origine Italiana, ricevette in premio, dopo compito il lavoro del Bacino, la decorazione della Legione d'Onore.

cementazione era stata compita, e se ne poteva supporre accertato l'indurimento; si cominciò quindi ad esaurire l'acqua della prima cassa, che senza disturbo venne asciugata compiutamente con due sole piccole trombe. Posta in asciutto, fu demolita, e sgombratone il materiale, mostrossi a nudo il getto sottostante, che si offerse duro, e non intaccabile: apparivano però alcuni leggieri trapelamenti sul fondo, ma si opinò poterli facilmente accecare colla pavimentazione. Sparivano infatti a prima giunta questi piccoli coli, ma rinascevano poi, e quantunque di prodotto inconcludente e di pochissimo riguardo, l'illustre Ingegnere volle liberarne affatto l'opera sua, e vi riuscì praticando nella platea certi appositi canaletti per mezzo dei quali ridusse quelle acque insignificanti nei serbatoi, destinati a raccogliere quelle che si potevano successivamente produrre dai trasudamenti della fabbrica e dai meati della porta natante.

Superata così con molto ingegno e costanza l'incontrata difficoltà, furono con bell'arte e con ottimo risultamento ultimati i lavori della fasciatura della platea e delle banchine, e non rimase a compire quell'opera se non che di aprirne la bocca. A tale uopo si cominciò ad introdurvi l'acqua, pel cui mezzo si sciolsero i puntellamenti della tura, le di cui terre non essendo più sostenute avvallarono, e si tolse via la cassa esteriore segnata col n.° 8: si raccolsero quindi le terre che si erano scaricate sul fondo del Bacino, valendosi a tale effetto di una macchina ordinaria da scavamento, alla quale si aggiunse pure il lavoro di quei rastelli che si chiamano bardelloni, ed il Bacino libero e sgombro potè allora consegnarsi alla Militare Marina.

Giovi qui l'osservare che la buona riuscita di questo grandioso edifizio, anche a parere dell'esimio suo autore, deve attribuirsi principalmente alle attentissime cure usate da lui nel purgare il suo getto, nel provvedere accuratamente alla manipolazione degli smalti, e finalmente alle incessanti precauzioni prese nel versamento dell'impasto che riuscindo per così dire in ogni parte omogeneo venne a formare una massicciata impermeabile e solidissima.

Io dunque che nell'illustre Noël possiedo un onorevole amico, son lieto di porgergli in questi scritti quel tributo di encomio, di cui egli non abbisogna per certo, ma che non potrà a meno di non accettare, comecchè provenga da un cuore riconoscente e sincero (*).

(*) Il Governo Francese riconobbe il merito di questo esimio Ingegnere col fregiarlo della decorazione d'Ufficiale della Legione d'Onore. Ebbe poi dal Re Carlo Alberto ad istanza di S. A. R. il Principe Eugenio quella dei SS. Maurizio e Lazzaro, dopo di avere esaminato e riferito sul progetto del nuovo Bacino di Genova.

PARTE SECONDA

LAVORI ESEGUITI NEL PORTO DI GENOVA

PELLA COSTRUZIONE DEL NUOVO BACINO.

Premessa la storia della costruzione dei principali Bacini di Carenaggio che s'incontrano nel Mediterraneo, prima d'innoltrarmi a descrivere quello che cominciato nel 1847 fu compito nel corrente anno 1851 nel Porto di Genova, mi sia concesso di fare alcuni riflessi generali su queste importanti e difficili costruzioni marittime, l'occuparsi delle quali è rare volte concesso agli Ingegneri.

Riassumo perciò quanto dissi finora, ed osservo che il Bacino Groignard dovette la sua imperfetta riuscita al modo singolare col quale venne eseguito. Diffatti era sommamente ardita l'idea di costrurre questo grandioso edifizio entro ad un cassone, il quale sebbene fosse internamente afforzato delle resistenti pareti che lo traversavano, pure egli è certo,

che premuto dovunque dalla potenza del liquido che lo attorniava doveva offrire una resistenza non ordinaria, ed anzi poteva trovarsi compromesso ad ogni minima oscillazione, quando poggiando sul fondo, non v' incontrasse in tutti i punti una eguale densità e resistenza.

Inoltre riuscì funesta l'idea di stabilire questo cassone sopra chiglie sporgenti, le quali dovevano al certo porre il fondo di quella macchina enorme in caso di non appianarsi regolarmente sul suolo che difficilmente poteva ridursi ad un livello perfetto.

Questo metodo dunque non sarebbe mai da adottarsi, quantunque a prima vista possa riuscire ad illudere per l'economia che presenta di evitare ogni importante esaurimento, e per la facilità che esibisce di costruire immediatamente all' asciutto.

Lo edificare entro le casse non può a giusta ragione adottarsi che in circostanze speciali e di non grave impegno; poichè se si considera la spesa che occorre per la loro costruzione, ed il costo del materiale, che rimane necessariamente sprecato dopochè la fabbrica è compita, ognun vede assai chiaro che con maggior convenienza si possono impiegare quelle somme in altri modi più facili e meno arrischiati di fondazione.

L'esattezza di questo raziocinio viene pure provata dall' esperienza; diffatti quando le casse si devono riunire o le une colle altre, od a murazioni già eseguite, egli è impossibile che non rimanga una sensibile separazione fra le due fabbriche; poichè sebbene se ne demoliscano le pareti laddove devono collegarsi le murazioni, una parte di esse ri-

mane però sempre interposta, e questa andandosi via via corrompendo, lascia aperto un facile e dannoso varco al fluido, che produce tostamente nella fabbrica un dissesto difficile a ripararsi, e che si manifesta colle fessure che generalmente appariscono poco dopo che le costruzioni sono compite.

Più ragionato e per conseguenza migliore riuscì il progetto Bernard, ma come egli stesso asserisce nella relazione sulle cause e gli effetti dei disordini avvenuti nella costruzione del suo Bacino, ei fu tratto in errore, quando ad esempio dei Veneziani volle assodare il terreno col mezzo d' una palificata; ed infatti essendo questa eseguita in un terreno compressibile come è quello del fondo del Porto di Tolone, l' azione dei pali non poteva renderlo certamente nè migliore, nè più resistente; vi provocava invece un gonfiamento nocivo alla solidità dell' appoggio, che si doveva preparare alla platea, per cui allorquando questa rimase compita e non avendo forse un peso bastante per superare l' elasticità del terreno, e per resistere alla sotto pressione dell' acqua, questa coll' innoltrarsi nelle parti del suolo più gonfie, epperciò meno resistenti, si scagliava in zampilli a diluire la materia, d' onde provennero le notevoli infiltrazioni, che per lungo tempo infestarono il secondo Bacino, e dalle quali andò esente il terzo costrutto sotto la direzione dell' Ingegnere Noël.

Reso egli infatti avvertito dalle antecedenti esperienze riconobbe tosto quanto fosse inutile il generale pilotamento del fondo, e come meglio valesse il calcarlo ugualmente ed in ogni parte col peso uniforme della platea formata di un solo

getto, la quale col suo costiparsi prendeva la forma di un masso, sodo ed omogeneo, opponendo la sua densità ed il suo peso alla potente sottopressione del fluido da cui era attorniata. Conobbe inoltre che per ottenere la più perfetta coesione fra tutte le parti sicchè formassero un sodo veramente compatto, era necessario purgar la materia dalla sostanza calcare-saponacea che si tramanda dal getto in virtù della pressione, e che deponendosi siccome un epiderme fra strato e strato rende impossibile l'assoluto e perfetto congiungimento dell'uno coll'altro da cui solo risulta l'impermeabilità del tutto insieme del getto. Volse egli quindi ogni sua cura a liberarsi da questa materia nemica, non prima da altri convenevolmente riconosciuta od osservata, ma che riesce sempre pregiudizievole al sommo alla buona riuscita della cementazione.

La costruzione del 3.° Bacino nel porto di Tolone segna quindi nell'arte una di quelle epoche notevoli, nelle quali le scienze delle costruzioni subacquee hanno fatto un gran passo; ed ora che si ha un mezzo potente e sicuro di lavorare a fronte delle maggiori profondità, gettando o modellando per così dire il lavoro, può con certezza innoltrarsi l'Ingegnere nelle operazioni della più grande arditezza senza timore di fallire lo scopo.

Veniamo ora al Bacino di Genova.

E qui sarebbe lungo e noioso il rintracciare e lo svolgere le questioni che vennero sulle prime agitate intorno alla massima della sua costruzione, circa la quale sorsero molte e variate opinioni; alcuni volevano in fatti usare i metodi che avevano veduti praticare nei porti a marea; si esaltava dagli

altri il Bacino d'Alessandria d'Egitto eseguito dal Sig. Di-Mangel che non ebbe pure una felice riuscita: la maggior parte poi dei proponenti accennando ad una antica prova fatta in Genova sotto il Governo Francese, voleva che cinta l'area da occuparsi, con una tura, si esaurissero le acque, e si lavorasse quindi all'asciutto.

Ognuno in fine aveva l'idea sua particolare, ma niuno proponeva un definitivo partito. Correvano pertanto molte e variate idee di progetti, ma piacque al Governo di scegliere quello che da me veniva schiarito con particolarizzate memorie e disegni, e che era stato dedotto dagli studii che io aveva fatti in Tolone, aiutato e soccorso dai lumi e dalle pratiche dell'esimio Noël e dagli altri Ingegneri applicati a quel Porto.

È però da notarsi che il R. Governo nell'approvare la massima del Progetto che gli veniva esibita, ordinava che il Bacino si costruisse in una località che riuscisse la più opportuna per la natura e per la qualità del suo fondo; non si trovasse in alcun modo ingombrata, nè andasse impedita dal militare, o dal commerciale naviglio; fosse in fine concentrata e comoda specialmente per quanto spetta al servizio della Marina da Guerra, il di cui personale ed il materiale avrebbe dovuto per nulla aumentare per le esigenze del nuovo stabilimento.

Con tali dati si fecero indagini sopra diverse località, e fra le altre furono volti gli sguardi alle Stazioni di Villafranca, della Spezia e di Savona, ma niuna esibì convenienza maggiore del Porto di Genova.

Questo Porto al quale sembra essere serbato un grande

avvenire di prosperità, mancava affatto di uno stabilimento di raddobbo ai bastimenti del Commercio, che numerosi vi si rifuggiano. Le navi da guerra deploravano da lungo tempo la dura necessità in cui si trovavano di esservi abbattute in Carena con sommo lor pregiudizio ogni qual volta dovevano essere visitate o raddobbate; la finanza risentiva gravissimo danno della poca durata delle navi della R. Marina, ma sebbene tutti col pensiero invocassero una fine a tal deficienza, niuno osava proporre di ripararvi.

Sorse allora il Principe Eugenio di Savoja che reggeva col Superiore Comando la Militare Marina, ed apprezzando i vantaggi che avrebbe recato la spesa occorrente alla costruzione di un Bacino da Carenaggio, lo proponeva al Governo, e ne otteneva l'assegno dalla gloriosa Memoria del Magnanimo Re Carlo Alberto. La scelta del luogo ove collocarlo non poteva essere dubbia. Il Bacino doveva servire principalmente alla Marina Militare, sussidiariamente alla Commerciale. Non poteva quindi allontanarsi questo Stabilimento dalla Darsina Militare, ed era d'uopo il disporlo in tal guisa che il Commercio potesse pure valersene senza per nulla impedire il Militare interno servizio dell'Arsenale.

La soluzione di questo problema riusciva però difficile; si rifuggiva generalmente dall'idea di occupare una parte dell'acque della Darsina che si trovava ed è pure anche attualmente troppo ristretta. Ma fu d'uopo di piegare la fronte alla necessità, ed alla fine fu scelta quell'ultima zona del primo tratto a levante, che impraticabile alle grosse navi per la mancanza di fondo era fatto ricettacolo di molti scoli immondissimi, pei quali le acque morte che vi si raccoglievano

davano luogo in estate principalmente ad esalazioni insalubri e fetenti (*V. Tavola II*).

Si credette quindi opportuno di stabilirvi il Bacino, poichè oltre al migliorare quell'aria, sarebbesi utilizzato un tratto di mare piucchè inutile, dannoso.

Ciò posto si diede mano ad attivare il lavoro che anche malgrado d'ogni rappresentanza dell'autore del progetto, e contrariamente eziandio all'opinione emessa dall'Ingegnere Noël, fu abbandonato alle imprese.

Tale disposizione, che si poteva giustamente credere avversa alla buona riuscita dell'opera, era stata come si disse contrastata, esponendo come quel modo aumentasse gravemente la spesa e forse senza bisogno la responsabilità di chi doveva dirigere i lavori; facendo inoltre osservare come fosse pericoloso l'affidarne lo eseguimento alla speculazione privata, la quale è interessata maggiormente ai proprii guadagni, che non alla buona e soddisfacente riuscita dell'opera. Ma tutto fu indarno; l'impresa ebbe luogo.

Prima però d'innoltrarsi nel grave impegno, il Direttore dell'opera proponeva al Governo di concedere il suo progetto all'esame di distinti Ingegneri, i quali già si fossero di consimili costruzioni occupati, e che potessero meritare la speciale sua confidenza. Al che veniva di buon grado aderito, e ben presto a questo ufficio meritamente s'inviava il Noël, che accettata l'onorevol proposta, recavasi in Genova, esaminava ponderatamente il progetto, ed in data del 17 novembre 1845, ne riferiva coll'approvarlo, sia per ciò che riguardava le disposizioni, come per quanto si riferiva alla particolarizzata valutazione dei lavori.

Accettava il Governo la elaborata Relazione di quel sommo Ingegnere, ne approvava il contenuto, ed ordinava l'imprendimento delle opere.

Cominciossi allora lo scavamento del fondo che venne però prima esplorato con replicati scandagli, eseguiti colla trivella, e che vennero spinti sino alla profondità di 14^{m} sotto al pelo ordinario del mare.

Il risultato di questa esplorazione fu d'incontrare dovunque ed alla profondità di 4^{m} circa un fondo sodo, composto di tufo o di marna conchiglifera pressochè omogenea, sottostante ad uno strato alluvionale di melma e di fango che lo copriva.

Questa accurata ispezione ebbe principio il giorno 7 di giugno 1845, durò senza interruzione fino alli 7 del luglio seguente, e diede luogo a conoscere che quel terreno avrebbe esibito una conveniente impermeabilità e resistenza, la qual cosa tanto più facilmente si poteva dedurre dall'osservazione fatta su di alcuni pezzi della materia che si estraeva, e che si riconobbe internamente composta di elementi minutissimi, compatti, quasi impalpabili, e perfettamente asciutti, ancorchè fosse il pezzo osservato sottoposto ad una altezza d'acqua di oltre a 6^{m}.

Fatta questa ricognizione fu tosto dato mano allo scavo che venne eseguito colle antiche così dette caracche del Porto (*). Facile dapprima e proficuo all'impresa riuscì questo lavoro finchè trattossi solo di estrarre del fango; divenne poi più difficile e laborioso quando si venne a rompere il tufo; nè

(*) Così chiamansi da noi le macchine comuni a ruota che servono all'effossione dei Porti.

allora bastarono le cucchiaje ordinarie, fu d'uopo averne di una forma particolare e di forza maggiore. Ad ogni macchina fu aggiunta una gran ruota (*V. Tav. III*) che collocata sulle sponde agiva con essa e ne aumentava la forza; 120 e più uomini scelti lavoravano di giorno e di notte, senza interruzione, ed anche a malgrado dei cattivi tempi e delle stagioni; niun momento era perduto. Rompevansi le aste delle cucchiaje, soccorrevano quelle che rimanevano in serbo; le catene cedevano ed erano surrogate; le macchine mantenute e provviste di tutto quanto, sebbene vecchie e di non troppo opportuno modello, prestavano pure il più fruttuoso servizio. Niuna disgrazia fatale ebbe a lagnarsi; pochi e leggermente furono i feriti, più per loro incuria che per negligenza di chi dirigeva.

Coll'approfondirsi però dello scavo crescevan pure gli ostacoli; il fondo diveniva più duro, le cucchiaje non vi agivano che leggiermente. Sarebbe divenuto lungo il lavoro che pur pure si voleva affrettato: bisognò appigliarsi alla mina. Ma le scosse frequenti che ricevevano gli edifizii soprastanti della Città davano luogo a ripetute lagnanze; affluivano le proteste; la cautela però, la fermezza e la persuasione superarono l'ostacolo, e quelle scosse che si ripeterono oltre a 4000 volte, spaventevoli al principio, erano poi non curate nel seguito: niun sensibile danno nei fabbricati alla fine del lavoro fu conosciuto.

Continuava lo scavo, e gli scandagli che si ripetevano ad ogni quindici giorni ne dimostravano chiaramente il progredire. Era stato inoltre atterrato quel muro che dividendo la Darsena dal Porto, sbarrava la bocca al nuovo edifizio. Si

era pure sgombrata la scogliera sulla quale egli era fondato; e questo difficile e pericoloso lavoro fu condotto a buon termine in poco tempo anche a malgrado dell'improvvisa rovina di un tratto di vecchia fabbrica che avrebbe pure dovuto demolirsi nel seguito; la qual rovina però se non diede luogo ad avvenimenti funesti, rese bensì col suo ingombro più difficile e più lungo lo scavamento, dovendosi penosamente estrarre dal fondo grandi macigni che si dovevano preliminarmente minare sott'acqua.

E poichè si parla di mine, mi si voglia concedere di indicare di volo il modo pronto e sicuro col quale si eseguirono quelle che agevolarono l'operazione di questo scavo tanto importante, e senza le quali sarebbe stato impossibile quasi il progredire.

È noto a tutti che il modo più facile e più comune di praticare una mina subacquea si è quello di aprire sul fondo e collo scalpello da minatore un foro tanto basso quanto può convenire, per introdurvi poi un tubo di latta a tenuta d'acqua che contiene la carica alla quale appiccasi il fuoco o con uno spoletto, o con un qualche altro artifizio.

È questo lavoro assai facile quando si ha poca profondità; ma nel caso nostro dovendosi operare sino presso ad 11^{m} di altezza ed in un'acqua non troppo chiara, l'operazione diveniva più ardita. Riusciva in fatti difficilissimo l'imboccare i lunghissimi tubi nei quali si chiudeva la carica entro al foro già praticato sul fondo. Era d'uopo perciò di valersi dell'opera costosissima dei marangoni, i quali difficilmente si decidevano a tuffarsi ad ogni istante massimamente in inverno.

Occorreva dunque liberarsi da questa necessità, e conve-

niva trovare un mezzo facile e pronto col quale si potesse far progredire senza intoppi lo scavo.

Fu quindi a tal uopo costrutto un leggiero pontone, ai fianchi del quale si preparavano dei tubi di legno che da un capo si appoggiavano sul fondo del mare, e sporgevano coll'altro alcun poco al disopra dell'ordinario livello delle acque. Questi tubi oltre al servire di guida allo scarpello da minatore col quale si apriva la camera, giovavano poi a condurvi il cannone che conteneva la carica, la quale era borrata con sabbia.

Mediante questo artifizio non andò mai perduto alcun foro; si potè lavorare con frutto anche a malgrado delle frequenti agitazioni del mare, e si fece a meno dell'opera dei marangoni. Fra i varii modi poi coi quali si suole appiccare il fuoco alle mine fu scelto il seguente.

Internamente al tubo che doveva contenere la carica fu preparato un canaletto di circa 4 millimetri di diametro che aperto da un capo e dall'altro scendeva fino a toccare la polvere. Cacciavasi in esso uno spillo di filo di ferro rovente, che cadendo a dirittura sulla carica l'accendeva immediatamente; scoppiava allora la mina e l'esplosione si manifestava con un rumor cupo e profondo dopo del quale appariva sulla superficie dell'acqua una gran bolla da cui si scioglieva molta copia di fumo.

Una parte dell'apparecchio andava perduta: ma i tubi di legno continuavano ad usarsi lungamente. La scossa non era grave all'intorno, il suo effetto cresceva però allargandosi, ed aveva per limite medio un raggio dai 150 ai 200 metri all'incirca.

Alli 20 d'ottobre 1845 si cominciarono gli scavi, furono

compiti col 14 marzo 1847; costarono Ln. 400,000 circa. Nel loro eseguimento fu commendevole l'intelligenza distinta del Capo Operaio Paolo Queirolo in oggi comandante il vapore di rimurchio, che ha nome il *Ligure;* alla sua probità, e zelo si deve il loro buon esito e l'attivo quantunque difficile eseguimento del lavoro, che fu pure agevolato dalle operazioni subacque compite dal Palombaro inglese Giorgio Gardner dal quale fu per la prima volta recata fra noi l'industria della utile ma rischiosa sua professione.

A questo proposito farò osservare che sebbene già conosciuta dagl'Inglesi la macchina inventata da Dean, e perfezionata da Bush era essa ancora ignota fra noi, od almeno non praticata.

Ha questa per principio di ridurre l'effetto delle ordinarie campane a quello di una capacità formata dal copricapo del Palombaro, il quale per mezzo di una tromba e di un lungo tubo flessibile, ma non compressibile, si va continuamente riempindo con una determinata quantità d'aria compressa, dalla quale è bilanciata la esteriore pressione dell'acqua. In tal guisa arredato il Palombaro rimane libero affatto nei suoi movimenti e può lavorare anche a grande profondità in ogni maniera e senza incomodo.

Provveduto dunque di questo apparato il Gardner scendeva sul fondo del mare; raccoglieva ed allacciava con catene i massi che vi erano caduti; riconosceva e puntellava i muri delle sponde che minacciavano rovina e potè senza soffrire, lavorare utilmente ad una profondità media di 10 metri d'acqua per circa tre ore continue. Eminenti furono i servizi che a pro del bacino, e della marina prestò quest'in-

dustrioso. Conosciuto il suo ingegno, soggiacque all'invidia.

Torniamo a noi. L'abbassamento di quella parte del fondo della Darsena, che doveva essere occupato dal bacino, attirava a sè tutta la melma ed il fango che sparso sul suolo più elevato della rimanente stazione scendeva ad invaderlo. S'aggiunse che il lavoro essendo dovunque circondato dal mare non eravi spazio alcuno per istabilire i depositi di materiali ed i cantieri.

Fu quindi necessario di costruire immediatamente un argine lungo 102 metri, largo 6, alto 9 (*V. Tav. III e IV*), che dividendo le acque della Darsena da quelle del bacino, oltre al servire di riparo agli scavamenti, porgeva pure un' area utilissima. A questo lavoro che fu compito in meno di un anno furono impiegati quattro cassoni separati da brevi intervalli; e vi si aggiunsero le due testate che fiancheggiando la bocca aperta nel muro antico di cinta che chiudeva la Darsena, oltre al consolidare la parte che di esso ancora restava in piedi servirono pure a modellare l'edifizio di cui furono allora invariabilmente disegnate sul mare le principali misure.

La dichiarazione di questi lavori essendo annessa alla tavola che li rappresenta non è d'uopo di più lungamente trattarne; conviene invece il progredire.

Era già compiuto lo scavo; lo scandaglio a catena e ad asta accennava una profondità di 11 metri quasi dovunque spianata; si era assorbito coll'opera delle trombe e con adeguate cucchiaie il fango che trovavasi depositato nei cavi; occorreva intraprendere il getto di calcestruzzo e cominciare la platea.

Premeva per altro d'impedire che la fluttuazione alla quale è soggetto il Porto di Genova in occasione di mareggiate non arrivasse a sturbare un'operazione di tanto impegno, e perciò bisognava chiudere la bocca del bacino, conservando il mezzo d'aprirla a piacimento ed in conformità del bisogno.

A quest'uopo si costruiva una cassa adeguata all'ampiezza dell'apertura, in modo tale però da chiuderla compitamente; e per nulla ommettere di quanto poteva rassicurare sulla sua robustezza ed evitare gl'inconvenienti succeduti a Tolone, se ne formava la parete rivolta verso il porto con travature di 40 centimetri di squadratura sovrapposte le une alle altre, fortemente imperniate, e che avevano nell'interno l'appoggio di ritti o montanti puntellati da traverse, colle quali si formavano gl'interni telai dell'armatura.

Questa cassa condotta a galleggiamento nello spazio in cui si apriva la bocca, vi fu naufragata, caricandola di acqua e di zavorra; si ebbe però l'avvertenza di collimarne la facciata esteriore con quella pure esteriore delle due casse che formavano la testata dell'edifizio; e ciò affine di prolungare quanto più era possibile la base della platea, non tanto per assicurarla, come per preparare le fondamenta della traversa, che costrutta di getto doveva servire di tura.

Disposte così le cose ed assicurata la tranquillità interna delle acque del bacino, s'introdusse il ponte natante, del quale ora daremo qui un cenno (*V. Tav. IV*).

La larghezza della platea essendo misurata da 30 metri, corrispondente a quella assegnata allo scavo, uopo era di dare al ponte un'eguale misura; riusciva però difficile ed

anzi era pericoloso il comporlo con zattere intiere ognuna delle quali avesse questa lunghezza: onde seguitando l'esempio di quanto era stato praticato a Tolone si formarono cinque copie di chiatte lunghe ciascuna 9 metri, larghe 3 ed alte 1,10 che unite insieme e collocate ad $1^m 50$ di allontanamento le une dalle altre formavano altrettanti filari paralleli fra loro e distanti l'uno dall'altro di $1^m 50$. Il complesso di tutto il sistema era inoltre collegato sui fianchi con listelli situati a croce di S. Andrea, e presentava coll'opportuna libertà di movimento la necessaria continuità e resistenza. Sul lembo poi degli spazi vuoti che formavan canale tra i filari delle chiatte, e sulla loro tolda o coperta si prepararono due listoni di legno, sui quali come sopra rotaie scorrevano le macchine di versamento, che venivan sorrette da piccoli ed appositi carri.

Queste macchine si componevano di un verricello orizzontale sostenuto da una intelajatura (*V. Tav. VIII*), al quale stava sospesa per catene una gran conca di lamiera di ferro che si apriva nel fondo, e che aveva la capacità d'un metro cubo; il suo discendere era regolato da un freno, mantenendo il quale un uomo solo l'immergeva cautamente fin presso al fondo, ove giunta, ed arrestato il verricello si apriva la cassa ed il calcestruzzo che vi si conteneva veniva a deporsi sul suolo senza urti, e quasi direi senza diluirsi. Delicata oltremodo riusciva quest'operazione, e pertanto vi erano sempre applicati gli stessi uomini scelti e di confidenza. Era necessario difatti il regolare lo scarico del calcestruzzo in modo tale che il fondo fosse uniformemente riempito, e che la superficie superiore del getto riuscisse

spianata a seconda di un piano inclinato verso la estremità del ponte natante, che è quanto a dire verso la bocca dell'opera, onde aver modo di raccogliere colle trombe la melma fangosa che si produceva, e che si conosceva tanto fatale al perfetto collegamento della materia.

Era infine indispensabile di provvedere a che niun corpo estraneo nè per inavvertenza, nè per malizia si frammischiasse nel getto.

E non meno ardua era l'impresa di tener conto dei componenti gli smalti, di verificarne le dosi, di osservare che la fusione della calce fosse ben regolata, che la sua manipolazione, per la quale in gran parte si usarono i secchioni a maneggio perfezionati dal Noël, riuscisse adeguata all'oggetto.

Occorrevano in ultimo cure particolari per ottenere il pietrisco di buona qualità, uomini adattati e capaci, materiali ben condizionati.

Versavansi giornalmente dai 200 ai 250 metri cubi di calcestruzzo (*); con tutto ciò non appariva nella superficie del mare alcun segnale di slavamento, e l'acqua conservava il proprio naturale colore. S' impiegarono in questo lavoro 16379 metri cubi d'impasto, occorsero tre mesi e 17 giorni di tempo.

(*) I componenti di questo getto erano i seguenti: $^{4}/_{16}$ di pozzolana asciutta, $^{9}/_{16}$ di calce spenta, $^{3}/_{16}$ di pietrisco, coi quali si formavano i così detti *cumoli* o *pastoni*, due dei quali formavano pressochè un metro cubo. È da notarsi però che questa materia quando si trova affondata nell'acqua sia per la melma che ne risulta, come per la pressione a cui è sottoposta perde almeno $^{1}/_{3}$ del suo volume misurato in asciutto. Ho creduto opportuno di notare questo fatto onde serva di norma sulla valutazione di opere a getto che dopo questo venissero proposte.

Frattanto però che si colmava il fondo del Bacino col getto della platea, e se ne spianava la superficie, col tener conto continuamente delle variazioni della marea che si osservavano sugli idrometri a tale oggetto stabiliti, si preparavano le casse destinate a formare il nocciuolo interno, le quali già costrutte nella spiaggia di Sampierdarena, si tenevano in serbo ormeggiate nella Darsena. Erano queste in numero di 7, larghe 20 metri, alte 9, lunghe diversamente a seconda delle qualità dei legnami che si avevano in pronto, ma insieme unite occupavano la lunghezza di 83 metri (*V. Tav. V*). La prima di esse, quella cioè che si doveva collocare verso l'emiciclo, era stata costrutta a modo di ettagono, onde adattarla alla forma che doveva presentare l'edifizio in quella sua estremità; i fianchi di tutte erano leggermente inclinati all'infuori, cosicchè la larghezza della coperta superava di $0^m,30$ in totale quella del fondo; le pareti erano verticali.

Calafattate colla maggiore attenzione, rafforzate accuratamente con due filari di puntellature interne, queste casse per la costruzione delle quali non s'impiegò più d'un anno si conservarono per molti mesi assostate come dissi nella Darsena, avendo cura però di tenerle continuamente bagnate nei grandi calori d'estate, d'ormeggiarle saldamente in inverno, e ciò sino all'epoca in cui si dovettero affondare al posto che loro era destinato.

Correva la fine di dicembre 1847, giorni rigidi erano quelli; il mare però era calmo; la platea si trovava compita, s'innoltrava la stagione delle acque magre ed il gennaio non è quasi mai da noi rigoroso nè per venti, se però si eccettui quello del Nord, nè per mareggiate. Premeva at-

tivare i lavori; risolsi quindi d'introdurre le casse, e con esse i telai che dovevano servire a limitare la grossezza del getto, che dovea costituire l'ossatura dei fianchi dell'edifizio. La costruzione di questi telai era una modificazione da me introdotta per la prima volta e con essa io suppliva alla parete di pali contigui che era stata adoperata a Tolone: credo perciò conveniente il ragionarne (*V. Tav. VIII*).

L'oggetto che mi proponeva nel valermi di quest' ingegno era di economizzare la cementazione dei fianchi, e di sostenerla senza intaccare la platea col piantamento di pali; il che ottenni assai facilmente, poichè avendo dato a questi telai la lunghezza di 10 metri, e l'altezza di 8, li fasciai di tavole sottili, li trasportai quindi sul luogo ove rizzati in piedi, col mezzo di alquanta zavorra li immersi, ponendoli a fianco gli uni dagli altri, potendo in tal modo costruire in meno di 24 ore una parete di 80 metri circa di lunghezza, la quale fu poi col mezzo di tiranti o di traverse riunita e collegata alle sponde di fabbrica dalle quali era attorniato il Bacino.

È da osservarsi però che questa parete non fu collocata se non dopo che già erano state affondate le casse di forma, o centrali per introdurre le quali si dovette rimuovere da luogo quella che chiudeva la bocca del Bacino la quale a tal'uopo fu scaricata in gran parte onde ridurla a galleggiamento; ed in tale stato fu ritirata, aprendo così il varco all' entrare delle casse di forma, che introdotte immediatamente furono collocate a perfetto contatto le une colle altre sull' asse del Bacino e tostamente affondate.

E fu bello spettacolo il vedere quella enorme armatura,

che non s'immergeva più di $0^{m}70$ affondarsi regolarmente per lo effetto del peso dell' acqua che vi si spandeva internamente col mezzo di grosse chiavi, delle quali erano state preventivamente provviste le casse.

Toccarono esse alla fine il fondo, e si adagiarono sulla platea (*V. Tav. V*); l'acqua interna si ridusse a livello della esteriore; e fu chiusa la bocca del Bacino colla cassa natante, che si innoltrò allora fra le due di testata, in modo che la sua parete interiore si trovasse paralella e lontana da quella esteriore dell' ultima cassa di forma tre metri circa.

Era ciò necessario, poichè avendo stabilito che la tura del Bacino non sarebbe stata conformata con terra, ma bensì con lavoro di getto, ond'essere in caso di viemeglio reggere all'azione delle mareggiate alle quali si trova esposto il Porto di Genova, ragione e prudenza volevano che la tura nostra fosse a differenza di quella di Tolone di maggiore robustezza dotata.

In tale guisa preparate le casse, e collocati i telai, si disponevano le macchine di versamento, per la costruzione dei fianchi. Erano queste a tal'uopo situate su dei sostegni provveduti di ruote che si facevano correre da un capo all' altro della sponda frattanto che le macchine sopra di essi appoggiate movendosi in direzione perpendicolare alla sponda medesima e percorrendone la larghezza versavano la materia colla quale si andavano successivamente formando i fianchi dell' edifizio; la costruzione dei quali venne intrapresa con due sole macchine, collocate all' estremità e sull' angolo sporgente della cassa ettagona, e continuata dippoi coll' aggiungerne altre due successive alle prime, regolando però il ver-

samento della materia in modo tale che il getto riuscisse spianato a seconda di un piano declinante dalla sommità del Bacino verso la bocca, onde aver luogo di raccogliere e di esaurire colle trombe la melma lattiginosa che si andava formando.

Riempito in tal modo il vano intromesso fra le pareti delle casse di forma ed i telai a palafitta, e così pure colmato quello che rimaneva fra la parete esterna dell' ultima cassa verso la bocca, e l'interna della amovibile che chiudeva lo spazio fra le testate, si formarono i fianchi e si chiuse il gran vaso o la conca rappresentante il Bacino, che aveva per base la già costrutta platea.

Si posero allora dei capi saldi per accertarsi se mai avvenissero dei movimenti nelle casse di forma; ma per quanto si abbia osservato colla più scrupolosa diligenza, nulla venne conosciuto di simile in tutto il tempo che abbandonato il lavoro si lasciò costipare.

Non era però ancora finito il riempimento dei fianchi che occorsero i politici movimenti dell'aprile 1849; rimase quindi per circa un mese interrotto il lavoro, onde quando si volle riprenderlo sebbene siasi avuta una cura particolare di mondarlo dal sedimento che naturalmente ne ricopriva la superficie, non si potè nulla meno impedire che a malgrado d'ogni diligenza per espurgare la cementazione, non rimanessero in alcuni luoghi dei depositi di melma che cagionarono nei fianchi alcuni trasudamenti, e specialmente due piccoli coli d'acqua, che se non furono del tutto superati, furono però vinti in gran parte.

Nove mesi all'incirca furono creduti bastanti per essere

certi che la cementazione fosse assodata. Molte e ripetute esperienze erano già state fatte prima onde riconoscere il tempo che a tal uopo bastava; tutte avean dimostrato che colla calce nostrale e colla pozzolana finissima di cui si faceva uso, il cemento in un mese acquistava tanta durezza da richiedere l'impiego del martello per essere infranto; essendone quindi trascorsi nove si volle tentare il prosciugamento. Oltre a ciò tenendosi conto giornalmente del variare delle maree, si osservava pure giornalmente se il loro moto si comunicasse alle acque interne delle casse, od almeno a quella che rimaneva imprigionata fra di esse; ma non fu dato mai di osservare alcun cangiamento nello stato primitivo delle cose, e sia che la marea si alzasse, o declinasse, il livello di quelle acque rimaneva sempre costante.

Con tali elementi e con molte speranze miste però, non si nega, a timore, s'imprese con una tromba a prosciugare la prima cassa, che era quella più inoltrata verso la bocca: l'acqua venne abbassata; nel giorno si tenne conto del suo abbassamento: la notte non si lavorò, ed il giorno dopo si trovò il livello dell'acqua rialzato di due a tre centimetri nell'interno della cassa medesima. Si credette dapprima che fosse occorso uno sbaglio nella misura presa la sera; si cercò quindi di assicurarsi delle cose nel modo più positivo pel fine della nuova giornata, e si ricominciò il prosciugamento che con esito fortunato riusciva.

Corse la notte e la mattina seguente si riconobbe di bel nuovo il fenomeno già osservato dell'alzamento dell'acqua nella cassa, ma nel tempo istesso si vide che quella degli intervalli era pure calata, e si sentiva anzi gocciolare nell'interno.

Conosciuta così la cagione del leggiero ma pure temuto innalzamento delle acque nelle casse, si avviava l'esaurimento con maggior confidenza; a sfogare il quale, come pure a raccogliere le acque piovane era stato costrutto sulla sommità dei fianchi del Bacino un canale di fabbrica che si diceva il fugatore. Le acque si abbassarono senz' ulteriore sconcerto, si scoprì finalmente il carico di pietrame col quale erano state inzavorrate le casse onde immergerle quanto bastava; rimasero infine asciutte, e dopo questo prosciugamento le acque rimanenti fra gl'intervalli delle casse scomparvero. Ed invero fu un grato momento quello in cui per la prima volta fu dato percorrere a secco il fondo del Bacino ancora in condizione di armatura, e circondato tutt'intorno dal mare.

Cominciavasi quindi a sperare una felice riuscita, ma non si tralasciava di esaminare giornalmente se si producessero da qualche parte infiltrazioni ond'essere in pronto di rimediarvi. Il lavoro mostravasi però soddisfacente, e ad eccezione di pochi e non importanti trasudamenti che come dissi trapelavano dai fianchi, il getto era stagno, e le casse alle quali era appoggiato si potevano considerare come se fossero perfettamente isolate e totalmente in asciutto. L'impazienza intanto cresceva; gli avversanti, che non mancavano, predicevano rovine. Si giunse ad asserire che rimosse le casse, il lavoro di getto si sarebbe avvallato come un monte di sabbia!!

Chi dirigeva il lavoro aveva però la coscienza di non aver cosa alcuna a rimproverarsi nè per poca cura, nè per mancanza di studio. Si cominciò quindi colla maggior confidenza la demolizione della cassa poligona, che modellava l'emiciclo col rimuovere la coperta e coll'abbatterne le puntellatture,

se ne segarono poi le pareti verticali, e finalmente si pose a nudo la cementazione, pronti a provvedere ad ogni emergente.

La fasciatura della cassa si abbassò lentamente e si distese sul piano; la cementazione fece bella mostra di sè; dura, perfettamente omogenea, e quasi asciutta portava impresse le linee della calafattura delle tavole che componevano le pareti della cassa; crebbe allora la confidenza in chi operava, e si continuò a spogliare la cementazione dell' emiciclo, che si mostrò dapertutto eguale alla prima parte scoperta. Bisognava però con una prova pronta e solenne smentire le sorde voci che anche a malgrado di questo buon esito andavan correndo. Si ordinava perciò di porre in immediata comunicazione l' una coll' altra tutte le casse mediante una vasta apertura larga ed alta tre metri, che a modo di galleria si dirigeva sull' asse longitudinale dell' edifizio cosicchè ove fossero esistite delle filtrazioni, e se la cementazione non avesse resistito dovunque ugualmente, ragion voleva, che le acque sfogando si mostrassero da qualche parte; ma ciò non avvenne; onde fu attivamente continuata la demolizione delle casse, ed il materiale che ne provenne fu consegnato alla Direzione dell' Arsenale che ne fece un ben largo profitto (*).

Noterò quivi un fatto osservabile, ed è che allorquando si sollevavano i fondi delle casse s' incontrava tosto un letto di melma lattiginosa che cacciandosi nel cavo delle insolcature

(*) La Direzione dell' Arsenale oltre all' enorme quantità di legnami e di ferramenta provenienti da queste demolizioni, raccolse pure moltissimi grossi cavi usati, catene in mediocre condizione, un Pontone nuovo, tre belle guarnite, 26 chiatte, bracciuoli di rovere, ed altri oggetti, dei quali l' ammontare totale si può valutare equamente ad una somma vistosa di cui la Marina ha già tratto e potrà trarre ancora vantaggioso partito.

rimaste nella platea dopo il suo versamento, offriva in alcuni luoghi l'altezza di 25 e 30, e talvolta per anco 35 centimetri; e così pure gl' intervalli rimasti fra l'una e l'altra cassa, sebbene piccolissimi, si trovavano ostruiti da larghe croste della materia medesima, che senza alcuna tenacità od aderenza cadevano al tagliarsi delle pareti.

Dilucidérò questi fatti col dire che la costruzione della platea avendo avuto luogo, come si disse, per mezzo di versamenti successivi, egli è chiaro che sebbene appena versata la materia si avesse cura di calcarla con una mazzeranga pesante e rifasciata di ferro, non è però meno vero che il suo profilo nel senso della lunghezza del bacino non lasciava di prendere la forma d'una linea ondeggiata, nei di cui cavi veniva naturalmente a deporsi la melma, essendo questo il primo ed unico sfogo che le fosse dato di rinvenire. Colmati poi questi vani, quell' inerte materia dovette spingersi a forza ad occupare i piccoli vuoti frapposti alle pareti delle casse, ove come si disse si venne a deporre.

Troppo fastidio diede però questa materia nemica della buona riuscita delle opere a getto, perchè non si insista di bel nuovo sulla necessità di liberarsene con ogni mezzo, e colla maggiore pazienza, non facendosi carico mai dell' apparenza fallace che può intimidire chi non è esperto, dell'abbondanza della calce e della pozzolana della quale è composta.

Purgato e nettato il fondo, scoperti i fianchi (*V. Tav. VI*), furono tosto cominciati i lavori di murazione e prima di tutto la galleria che internamente corona il Bacino, e che ha per oggetto di radunare e di raccogliere tutte le acque filtranti onde allontanarle dalla platea e dall' interno, cosicchè le me-

desime non giungano mai a comparire nella grande vasca o nell' interno dell' edifizio.

Ed opportunamente fu in questo modo operato poichè i trasudamenti dei quali già si faceva menzione se non si erano accresciuti, si mostravano però più apparenti, e poteva temersi non si allargassero; niuno di essi però aveva il carattere di sorgiva sul fondo; colavan dai fianchi: in tal caso si credette opportuno di provvedersi del mastice di Poully onde accecarli, epperciò il direttore dei lavori ricorreva al Noël chiedendone. Ma da lui veniva risposto di lasciare agire natura, vedrebbersi nascere delle incrostazioni calcaree, doversi sperare che sarebbero migliorate le cose, si usasse all' uopo del cemento o mastice di Roquefort che si spediva per saggio, indirizzandomi a chi ne faceva smercio: essere assai conveniente a smaltire gli scoli, l' intrapresa galleria, lamentare egli di non averla praticata nel suo nuovo Bacino.

Fu colto il consiglio, e si continuò la galleria disponendone il fondo inferiormente al piano della platea del Bacino, ed assegnandole 90 centimetri di larghezza ed 1,90 di altezza, con una lieve inclinazione verso la bocca.

Giungeva intanto a Genova il mastice di Roquefort con una istruzione per adoperarlo, onde convenne mettersi all' opera. Fu perciò dapprima spogliato il getto dalle vene lattiginose, dalle quali spandevasi l' acqua, ed alla sostanza rimossa fu sostituita un' accurata murazione di mattoni cottissimi, collocati col mastice istesso; e dove le filtrazioni più si ostinavano a comparire vennero tosto raccolte in un solo luogo, se ne asciugò quindi il contorno con un intonaco accurato fatto col mastice dove più dove meno grosso di 2 a 3

centimetri; s'accecarono finalmente con un cuscinetto del mastice istesso che s'applicava al punto in cui era stato ridotto lo scolo.

In questa guisa, e con molto studio e pazienza si ridussero infine le filtrazioni a così poco, che ora si ponno avere per così dire in quasi niun conto.

Diresse ed attivò il prosciugamento, la demolizione delle casse, il taglio delle pareti ed i lavori di fabbrica l'assistente Antonio Morando, uomo prezioso per onestà, per intelligenza e per zelo. Egli non risparmiò mai nè fatica, nè studio, in lui riposi la mia confidenza e la meritò; fermo, oculato, prudente, si rese utilissimo. Il Governo deve sapergliene grado, e spero vorrà riconoscere e ricompensare i sudori.

Costrutta la galleria, si cominciò tosto la pavimentazione della platea formandola a tratti successivi e con due ordini di mattonato che vennero coperti da un lastricato di pietre della Spezia collocate a spina di pesce, onde impedire ogni qualunque modo di fessura che un'accidentale cedimento avrebbe potuto produrre nella platea.

Si andavano intanto raccogliendo ed asciugando gli scoli, i quali non giunsero mai a superare l'altezza delle due pavimentazioni, e si lavorava alla murazione del cantiere e delle banchine con pietre da taglio, impiegando nel primo, come si disse, l'arenaria della Spezia, nelle altre la pietra nostrale nei filari inferiori e l'arenaria nei coronamenti. Venne così regolarmente innalzata la fabbrica, fino a toccare il livello della seconda banchina ove fu d'uopo demolire una parte del getto per dar luogo alla murazione.

Si cominciò pertanto a lavorarvi, ma visto la difficoltà

e la grande spesa che sarebbe avvenuta valendosi degli uomini ordinariamente impiegati a giornata, fatto conto della quantità del taglio che probabilmente si poteva eseguire in un giorno lavorando attivamente, si diede a cottimo l'opera che a vero dire malgrado le difficoltà incontrate venne eseguita con una particolare intelligenza e prestezza. Era però tanto dura e tenace la materia, benchè non avesse ancora un anno di costipamento, che gli scarpelli meglio accialiti celeramente vi perdevano il filo e vi si consumavano.

Fu continuato così il lavoro della murazione, che senza inconveniente venne ultimata, e che riuscì perfettissima.

Il Bacino di cui abbiamo ragionato fin'ora ha la forma di un vasto rettangolo (*V. Tav. VII*) coronato da un emiciclo la di cui lunghezza misurata fra il primo incastro e la sommità dell' emiciclo è di metri 72, 80; la sua larghezza al piano del coronamento è di 24,00; a livello delle acque comuni ha metri 21, 60, ed al piano del cantiere si ristringe in soli metri 15, 12; queste differenti larghezze si ottengono col mezzo di tre risalti, l' altezza dei quali corrisponde a quello dei tre ordini di puntellatura colla quale si stringono le navi quando scendono, esaurita l'acqua, ad adagiarsi sul proprio cantiere.

La profondità del Bacino misurata dal livello dell' acqua media al piano della soglia, che è quella pure del cantiere, è di metri 6, 75; sarebbe di metri 7, 35 ad acque piene.

La camera della porta è provveduta di tre incastri e presenta la forma di un largo trapezio che ha metri 21, 14 di larghezza a livello dell' acqua, e si riduce a soli metri 18, 44 sul fondo. Il proporzionato allontanamento degl' in-

castri permette che si ammetta nel Bacino od un vascello a vela di 120 cannoni od altro a vapore della forza di 800 cavalli. Possono pure capirvi insieme più bastimenti di minore portata.

Il suo esaurimento si fa con una macchina a vapore ed a bilanciere, della forza di 20 cavalli; le di cui caldaie sono verticali, ed è provveduta di quattro corpi di tromba; si richiedono dodici ore per prosciugarlo.

La porta natante che deve chiuderlo è costrutta di ferro e si preferì questo metallo al legno, appoggiati alle esperienze fatte a Tolone le quali, giusta quanto ci venne assicurato dall'esimio Ingegnere Noël e dagli altri Ingegneri costruttori della Marina Militare francese, provarono la convenienza di preferire il ferro al legname, abbenchè più costoso, mentre si ottiene una durata maggiore, si è dispensati dalla spesa del calafataggio, e lo incurvamento prodotto dal peso dell'acqua esterna quando il Bacino è vuoto riesce meno sensibile.

Questa porta natante ha la forma d'un trapezio che perfettamente si adatta a quello che presentan gli incastri: la reggono due galleggianti, condizione principale dei quali si è quella di mantenerla equilibrata ed a nuoto, cosicchè facilmente possa sortire dagli incastri in circostanza eziandio delle acque più magre e possa immergersi con regolare affondamento quando le acque toccano la loro maggiore pienezza; finalmente deve resistere a tutto il peso delle acque esteriori, e non lasciarle trapelare nell'interno del Bacino, quando egli è ridotto in asciutto.

Le porte natanti dice l'esimio Ingegnere Noël nella me-

moria inserita negli Annali d'Acque e Strade e descrittiva del suo Bacino, sono l'invenzione del sig. Groignard, il quale già fino dall'anno 1775 dopo di aver dimostrato gl'inconvenienti di usare le porte a capriata nei Bacini che si costruiscono in Porti che non hanno marea, annunzia di aver trovato un nuovo mezzo di chiudimento, che non dà luogo ad alcuno inconveniente e che presenta al contrario un'infinità di vantaggi.

La porta natante del sig. Groignard aveva due chiglie ed offriva l'aspetto di due porte divise e sostenute da un galleggiante le quali contemporaneamente s'innestavano in due incastri corrispondenti; ma la sua poca stabilità la rendeva incomoda e di un uso difficile; fu perciò perfezionata dal sig. Pestel Direttore delle costruzioni navali, con sostituirvi una porta sola fiancheggiata da due galleggianti che si riempiono d'acqua quando la si vuole affondare, e che si vuotano col mezzo di trombe se occorra di sollevarla e di tirarla fuori, riducendola di nuovo a galleggiare allorquando il Bacino non dee più funzionare.

La porta natante del Bacino n.° 3 di Tolone è la prima che sia stata proposta ed eseguita di ferro col più felice successo dal sig. Bayle Ingegnere delle costruzioni navali della Marina francese; giova sperare che la nostra la quale deve essere costrutta sul modello di quella riuscirà del pari perfetta.

Prima di chiudere questa memoria devo aggiungere alcuni riflessi sulla costruzione particolare della camera d'ingresso dei Bacini, accennare alcuni riguardi da usarsi nella loro costruzione, ed indicare le pratiche usuali nell'ammissione, collocamento e sortita delle navi da questi edifizii.

Dirò dunque in primo luogo che la forma che comunemente suol darsi alla bocca d'ogni Bacino è quella d'un trapezio, la di cui base maggiore è a livello delle acque ordinarie, la minore si appoggia sul fondo. Questa forma potè convenire finchè non si ebbero da maneggiare quelle grosse navi a vapore, che al giorno d'oggi sono tanto comuni nelle Militari Marine. Ma dopo questa innovazione nacque tosto e fu immediatamente riconosciuto l'inconveniente di essere astretti a smontare i tamburri delle ruote, quando si voleva introdurre nel Bacino alcuno di quei gran bastimenti per esservi riconosciuto e raddobbato.

Ad ovviare a così lungo e difficile lavoro l'egregio Noël credette opportuno di variare la forma della bocca del suo Bacino modificandola in modo da esibire la forma di due trapezi sovrapposti, il primo dei quali è tanto largo quanto occorre, perchè vi passino le grosse fregate a vapore, senza che occorra di smontarne le ruote; il secondo ha le dimensioni ordinarie.

Quest'esempio sebbene lodevole non venne però imitato nella costruzione del Bacino di Genova: 1.° Perchè si cercò di rendere più semplice la costruzione della bocca. 2. Perchè si fece riflesso all'avviamento che prendono le costruzioni delle navi a propulsore, per le quali non si richiede una così sentita larghezza d'entrata; con tutto ciò si diede alla bocca una larghezza competente acchè le grosse fregate a vapore possano entrarvi liberamente; fu però giuoco forza di viemmeglio consolidare e di rendere assai più resistente la costruzione della porta natante.

Vengo ora alle altre considerazioni generali, ed in primo

luogo instando sempre affinchè nelle opere di getto si ponga la più seria attenzione di purgarle dalla melma lattiginosa che vi si forma, dirò poi convenientissimo di dare alle casse d' armatura o di centro la larghezza di 23 metri a vece di soli 20, come da noi fu praticato, onde non essere astretti a tagliare penosamente come ci occorse il getto dei fianchi, ed aver luogo di stabilire la galleria di assanimento immediatamente al di sotto del piano della terza banchina che generalmente si collima con quello delle acque ordinarie. In questo modo e con tali perfezionamenti si eviteranno grandi lavori e perciò molte spese (*).

Dirò in fine che la costruzione del getto dei fianchi deve sempre incominciarsi dalla sommità dell'emiciclo per dirigerlo contemporaneamente e ad eguali intervalli verso la bocca, ove giunti è indispensabile di risalire alla sommità dell' emiciclo per ricondursi di bel nuovo verso la bocca, avvertendo però sempre di fare agire sull' innanzi ed all' estremità del piano inclinato, che forma la cementazione, una o due piccole trombe che assorbiscano la parte morta della materia, la quale per mezzo di barche o di adattati canali dev' essere versata quanto è possibile lontano dallo stabilimento.

Ciò per quanto riguarda la costrùzione dei Bacini; ma vi ha un' altra parte non meno interessante che riflette il collocamento e la manovra delle navi dentro essi la quale finora non venne da alcuno trattata.

(*) L' osservazione e l' esperienza han dimostrato che in una nuova costruzione a vece delle casse si potrebbero anche usare dei semplici telai di forma, pei quali si otterrebbe una vistosa ed importante economia.

Intendo quindi di ragionarne in queste ultime pagine, e non credo ciò senza interesse per la novità della materia e per le speciali circostanze che la riflettono.

Dirò dunque che la platea d'ogni Bacino di carenaggio deve provvedersi di un primo cantiere formato con certi dormioni o travature di legno di rovere che hanno la squadratura di centimetri quaranta, e che si dispongono ad una data distanza fra loro, proporzionale sempre alla maggiore o minore portata dei bastimenti. Sopra questi si stabilisce quindi il vero cantiere a cui devono appoggiarsi i bastimenti riposando sulla loro chiglia, il quale suole essere spianato a seconda d'un solo alineamento, quando l'arcatura dalle nave è poco sensibile; ma si sviluppa in una linea curva convessa che ha per freccia la metà di quella arcatura quando questa riesce troppo evidente; e ciò si fa per attenuare l'effetto dello dirizzarsi della nave sul collegamento della sua imperniatura. Il cantiere però sarà spianato sempre in linea retta allorchè si tratti dell'intiera ricostruzione del bastimento.

Quando vogliasi poi raddobbare una gran nave a vapore provveduta di un elice, è necessario di costituire il cantiere in tal modo da essere certi che la direzione dell'elice non sarà mai per variare anche quando la nave sia riposta a galleggiamento.

L'arcatura di una nave si determina col mezzo di un grande squadro di legno formato con due bracci verticali graduati di decimetro in decimetro, che saldamente si uniscono ad un altro che è orizzontale, il quale immerso convenientemente nell'acqua mediante alcuni pesi di ferro s'introduce trasversalmente verso la metà della lunghezza

del bastimento tenendolo appeso da una parte e dall'altra ad imbarcazioni ove si trovano dei marinai che col mezzo di paranchi lo sollevano finchè tocchi la chiglia. Si osserva allora la sua immersione, ed ove succeda che quella di un fianco della nave differisca da quella dell'altro, e ciò anche per cagione della giacitura dello squadro che riuscisse inclinato sull'orizzonte, si sommano insieme le due immersioni, se ne prende la media, e si paragona all'immersione del bastimento accennata dal suo pescare di poppa e da quello di prora, deducendo poi da una tal differenza l'arcatura cercata.

Lo stesso squadro somministra eziandio il mezzo di constatare se per avventura non manchi qualche pezzo di controchiglia. Poichè basta presentarlo in varii luoghi sulla lunghezza del bastimento osservandone l'immersione per riconoscere se questo pezzo esista o no, la quale circostanza non deve mai trascurarsi, ove si voglia constatare il difetto, onde disporre in conseguenza il cantiere.

I cantieri che si costruiscono in fondo ai Bacini si compongono di ceppi situati solidamente sui dormioni della platea i quali formano i principali punti d'appoggio, e sono poi rafforzati con altri frapposti negl'intervalli che li dividono, e ciò ad oggetto di sminuire quanto è possibile la distanza vuota al disotto della chiglia. Questi ceppi si formano con tronconi di quercia lunghi un metro e trenta centimetri, che hanno da venticinque a trentacinque centimetri di quadratura e che si sovrappongono gli uni sugli altri, osservando però di frapporre ai due corsi più elevati delle biette di sei, otto o dieci centimetri di grossezza che si collocano ad otto

centimetri di distanza le une dalle altre, sia per agevolarne lo spianamento, sia per rendere più facile il disfacimento di tali sostegni quando lo richieda il bisogno.

La ruota di poppa e quella di prora devono però sempre appoggiarsi ad un capo saldo, ed anzi sotto di esse devono accostarsi quanto è possibile gli appoggi, affinchè i punti estremi del bastimento siano ben sostenuti.

I pezzi che compongono i ceppi devono essere tutti saldamente riuniti, e formare un solo sistema coi dormioni della platea, il che si ottiene collegandoli insieme col mezzo di regoli che si inchiodano da una parte e dall'altra, e sul dormione, la qual cosa dispensa dal caricarli colla zavorra di ferro, che riesce però indispensabile laddove non possono collegarsi immediatamente sovra i dormioni.

L'insieme poi di tutti questi sostegni si lega longitudinalmente con altri regoli che si uniscono e si inchiodano da una parte e dall'altra alla sommità del Cantiere senza però che la eccedano.

La maggiore altezza del cantiere sulla platea facilita le riparazioni: ma questa deve sempre riferirsi al battente dell'acqua del Bacino, ed in ogni caso è duopo regolarla in modo che l'altezza dell'acqua sottostante fra la chiglia e lo spianato del cantiere non sia mai minore di dieci centimetri, onde prevenire le variazioni di livello probabili nella marea al momento dell'entrata o della sortita del bastimento.

La sommità del cantiere suole essere paralella alla platea quando la nave s'innoltra nel Bacino libera e sgombra; ma se abbia sottoposta una invasatura, ciò che ha luogo per le grandi navi a vapore, è necessario che il cantiere si trovi

spianato paralello alla chiglia supposta galleggiante onde l'immersione ed il riposo abbiano luogo simultaneamente e senza pericolo per l'invasatura.

Può darsi che il bastimento costrutto in terra non sia provveduto di falsa chiglia: in questo caso la si prepara sul cantiere del Bacino imbrigliandola con trinche onde non si sollevi; la si pertugia quindi negl'intervalli dei ceppi, e si procura che la sua larghezza ecceda sempre di due centimetri quella della chiglia onde antivenire ad ogni deviazione possibile nell'immergersi del bastimento. E per viemaggiormente precauzionarsi su questo punto, si stabiliscono pure da poppa, da prora, e sul centro alcuni regoli che sporgendo sopra la falsa chiglia per venticinque centimetri circa sono divisi da uno spazio vuoto competente a ciò che richiedesi perchè il bastimento vi si possa addentrare immediatamente framezzo.

A misura poi che il bastimento discende i palombari si assicurano come egli vada ad innestarsi precisamente nell'incassatura che gli è preparata; e quando ciò non succeda vi si rimedia immediatamente col maneggiarlo a seconda di quanto richiedesi onde opportunamente si affondi.

Il bastimento che entra nel bacino deve prendervi sia nel senso longitudinale, sia in quello trasversale una tal posizione da esser certi che all'istante dell'affondarsi egli si adagierà perfettamente sul proprio cantiere.

Volendo quindi ottenere un risultato siffatto, si determina in primo luogo all'estremità posteriore del cantiere la giacitura del piede della ruota di poppa, che si riproduce tosto sulla sommità del Bacino col mezzo di un apposito

segnale. Si stabilisce pure ugualmente la posizione del calcagnolo di poppa; ma questo indice, che non è sempre senza interesse, non ne ha tanto quanto il primo, atteso che riesce meno esatto, sia perchè la ruota di prora risulta sempre molto inclinata, sia perchè molte volte rimane indeciso per la curvatura del taglia-mare; onde è che al primo punto debba sempre affidarsi il preciso collocamento della nave, non valendosi del secondo se non se a modo di un semplice generale riscontro.

Talvolta giova eziandio di accennare la metà della lunghezza della nave con un segno visibile tracciato sulla sua corba maestra, che si riferisce ad un capo saldo corrispondente collocato esso pure sulla sommità del Bacino. Ma il punto essenziale che dovrà sempre guidare a collocarla sul proprio cantiere sarà quello che accenna la posizione della sua ruota di poppa, e da questa indicazione non si dovrà mai dipartire.

Ciò serve per il collocamento longitudinale; quanto a riconoscere il trasversale, giovano due listelli di eguale lunghezza corrispondente alla semi-larghezza del Bacino misurata al livello dell'acqua, diminuita della metà della larghezza laterale dell'asta di poppa, che si collocano da una parte e dall'altra a contatto colle sponde del Bacino e coll'asta medesima; questo mezzo però se pure esibisce al principio dell'operazione una qualche esattezza, riesce poi meno certo per l'obbliquità che prendono quelle aste in ragione dell'abbassarsi dell'acqua, onde è che non si usi se non se quando non abbia a temersi una deviazione maggiore di un decimetro circa.

Più sicuro dell' indicato è il mezzo che segue e si usa quando si debbano affondare dei bastimenti colla maggiore precisione. In questo caso si preparano gli anzidetti regoli trasversali non già sull' asta di poppa, ma sul bordo medesimo a partire dall' asse longitudinale del bastimento da una stessa parte in modo a slargarsi al di fuori da poppa o da prora, cosicchè collocandovi alle estremità, e verso la sponda del bacino un filo a piombo, vada questo a sfiorare l' orlo della prima banchina, nel qual caso si è certi che il bastimento riesce ben collocato.

Così disposto e collocato il bastimento che rimane ancor galleggiante, ne viene regolata la discesa sul cantiere col mezzo di due aste graduate che si collocano internamente al Bacino, e di riscontro all' estremità di poppa e di prora, dalle quali si deduce l' altezza d' acqua corrispondente in quei punti alla sommità del cantiere, e per conseguenza quella pure alla quale deve essere condotta la nave per affondarsi.

Sono queste le disposizioni più generali che si usano nei Bacini prima d' introdurvi le navi. Quanto poi alla introduzione medesima viene essa preparata col visitare accuratamente i canali di assorbimento che devono essere mai sempre purgati; col nettare il Bacino da ogni immondezza e coll' affondarvi quei materiali che vi devono rimanere abitualmente, osservando però che non ingorghino le prese dell' acqua, sotto le quali potrebbero venir trascinati.

Se il bastimento da introdursi debba affondare semplicemente sulla sua chiglia non s' incontrano difficoltà di riguardo. Ma quando si vuole collocarlo su di una invasatura,

che sia già preparata sul cantiere, nel rimorchiarlo è necessario dirigerlo costantemente sul di lei centro onde non vi urti e la sconcerti; e perciò deve farsi questo rimorchio assai lentamente con palanchi guarniti ad argani, frenando l'indietro con bracci che si cambiano di posizione a misura che il bastimento s'innoltra.

Entrato il bastimento, segue la manovra dell'affondamento della porta; ma quest' operazione dev' essere sempre preceduta da una accurata ricognizione della nettezza degli incastri, al quale uopo si adopera un rastello di ferro o bardellone che li sbarazza da qualunque materia vi fosse stata trascinata o deposta per effetto eziandio delle correnti.

Dopo ciò viene collocata la porta in faccia agli incastri, e contemporaneamente si schiudono le chiavi e le valvole dei suoi galleggianti, avendo cura durante l'affondamento che l'introduzione dell'acqua succeda egualmente da una parte e dall'altra onde la porta discenda verticalmente quanto è possibile.

Si collocano intanto a galleggiamento le puntellature oblique destinate a bilanciare la pressione dell'acqua esteriore; si distendono contemporaneamente gli ormeggi a catena destinati a serrarla contro la parete laterale interna dell' incastro; ma non si pongono in forza questi ormeggi se non se quando si è certi che la porta è innestata per la metà circa della sua altezza, poichè sarebbe un antecedere troppo largamente eseguendo ciò avanti, e troppo tardi sarebbe l'aspettare che la porta medesima fosse totalmente affondata. Questi ormeggi poi non si lascano se non se quando l'esaurimento del Bacino tocca i tre quarti della sua altezza,

poichè allora la pressione dell' acqua esteriore basta da sè sola a supplirvi.

Collocata la porta, si chiudono le chiavi e le valvole del galleggiante esteriore onde impedire che vi si formino internamente delle concrezioni, o vi si introducano delle conchiglie; al contrario si lasciano aperti quelli del galleggiante interno onde l' acqua sfoghi nel Bacino a misura che egli si vuota, ciocchè alleggerisce il galleggiante e lo dispone in condizioni migliori per sostenersi senza altro appoggio che la sola pressione della puntellatura.

Il collocamento della nave ha luogo durante il tempo in cui si affonda la porta ed è regolato dagli ormeggi che hanno servito ad introdurla, osservando di mantenerla sempre situata in modo che l'asse della sua chiglia si trovi nello stesso piano verticale di quello del cantiere, il che si ottiene colle visuali e coi regoli dei quali fu già fatta parola.

A misura poi che l'acqua si abbassa, si collocano a luogo le chiavi orizzontali che devono sostenere i fianchi del bastimento, disponendole quanto è possibile a capo dei ponti affinchè la murata resista meglio alla loro pressione. Queste chiavi si collocano da una parte e dall' altra di contro ai portelli della batteria bassa, quando si tratta di affondare vascelli o fregate; per le navi minori basterà di spaziarli da quattro a cinque metri, collocandone però alcune alle estremità di poppa e di prora nel modo più conveniente alla forma tondeggiante del bastimento. I loro capi, ove toccano il fianco della nave, si spianano lungo una linea orizzontale, ma nel piano trasversale del bastimento s'innalzano sull'orizzonte per trenta circa centimetri, onde riuscire mag-

giormente normali ed impedire ogni sconcerto, quando l'acqua viene a mancare, ed il bastimento non è ancora provvisto della necessaria puntellatura.

E per avere un elemento che serva di regola a questo primordiale stabilimento, suole cercarsi la differenza d' immersione dell' asta di poppa, paragonata alla profondità del Bacino sul davanti; si prende pure la differenza medesima fra la ruota di prora e la profondità del Bacino all'indietro, si aggiungono trenta centimetri da una parte e dall' altra, e queste differenze si segnano su di una latta d' onde si vede se riescano uguali o se differiscano; si tiene conto nel primo caso della loro eguaglianza, onde segnarla sulla murata del bastimento in ogni punto ove cade una chiave, non dimenticando però di aumentarla di trenta circa centimetri che si uniscono al disopra della sua linea d' acqua; nel secondo caso poi si divide la differenza osservata in altrettante parti eguali, meno una, quante sono le chiavi da collocarsi, e notando ognuna di queste sulla murata lungo il bastimento si ottengono i punti, lungo i quali si dovranno poi distribuire le chiavi.

Questo metodo però non è che approssimativo e non conduce sempre ad un risultato preciso; converrà quindi in ogni caso, che l' occhio e la pratica più che le regole accennino questi punti di appoggio, dalla distribuzione dei quali dipende sempre il migliore collocamento della nave entro al Bacino, ed il modo di opportunamente appoggiarla.

Le chiavi si appoggiano sulla murata con castagnole o biette che vi si inchiodano di riscontro alle loro estremità; e sulle sponde del Bacino si usano dei cavalletti mobili,

formati da due piedi verticali congiunti da una traversa orizzontale che si sospendono per corde agli anelli che ne guarniscono la sommità, onde aver luogo di poterli innalzare od abbassare in conformità del bisogno.

La lunghezza d' ogni chiave dovrebbe misurarsi orizzontalmente dalla distanza della murata del bastimento alla sponda del Bacino; ma si usa invece di dar loro una lunghezza minore di quindici centimetri, onde poterle consolidare con biette che a suo luogo si cacciano fra di esse e la murata del bastimento.

Ogni nave nell' affondarsi deve sempre trovarsi situata in una posizione verticale quanto è possibile; e ciò tanto più allorquando si tratta di riparazioni di qualche importanza. Poichè se succedesse altrimenti, se ne comprometterebbe la stabilità; e non potendosi mai esser certi della simetria del lavoro, sarebbe impossibile lo stabilire perfettamente tutti quei pezzi, il collocamento dei quali vuole essere determinato coll' archipenzolo.

Egli è perciò che prima d' introdurre nel Bacino una nave, si dovrà equilibrarla; il che si ottiene caricandola da quella parte ove meno s' inclina, facendosi guida in tale operazione della perpendicolare accennata dall' asticciuola principale che s' incontra nel di lei centro.

Disposto il cantiere e preparata la nave, si comincia lo esaurimento del Bacino al momento istesso in cui si stabiliscono le chiavi, e coll' opera di un palombaro si riconosce nuovamente il cantiere onde esser certi che nulla possa impedire l' affondamento della nave che deve essere sempre mantenuta in un piano verticale, senza che la sua posi-

zione venga mai ad essere per qualunque motivo sturbata.

Quando poi questa si adagi e che l'acqua siasi abbassata di quanto riesce opportuno, è d'uopo tosto d'imbiettare simultaneamente le due prime chiavi; le altre si imbiettano successivamente, e ciò fatto, s'inchiodano sulla murata ed al disotto d'ogni chiave le rispettive sole o tacchetti, si fanno reggere le loro opposte estremità sulle sponde del Bacino col mezzo dei cavalletti che vi corrispondono, e si verifica infine se la nave nell'appoggiarsi non siasi per avventura sconciata od abbia in qualche modo ceduto al proprio suo peso.

Oltre a queste puntellature orizzontali ne occorrono pure delle oblique, e queste per i vascelli di linea, sono disposte in quattro ordini: il primo dei quali si stabilisce sotto al soprassoglia dei portelli della seconda batteria e sulla prima banchetta superiore del Bacino, allorquando si è certi che il bastimento è perfettamente adagiato sul proprio cantiere, la qualcosa non succede, massime quando egli abbia una forte arcatura, se non se quando l'acqua sia abbassata nel Bacino dai cinquanta ai sessanta centimetri.

Il secondo ordine si dispone sopra biette inchiodate al disotto dei sostegni delle chiavi orizzontali, a contatto con esse, ed appoggiato sulla seconda banchina.

Il terzo che si chiama *ordine normale,* poichè tutti i puntelli che lo compongono sono segati perpendicolarmente ai loro spigoli dalla parte ove contrastano il bordo, riposa sulla terza banchina.

Il quarto ordine finalmente che chiamasi *ventriera*, si colloca sui dormioni della platea quasi verticale a traverso

delle serrette che coprono le immorsature delle estremità dei madieri e che sono tra quelle del fondo e le altre dette dei fiori: ove poi si tratti di grandi navi a vapore si aggiunge pure un ordine intermedio fra questo piano e la chiglia in tutta quella estensione che corrisponde allo spazio occupato dalle macchine. In ugual modo e colle stesse avvertenze si reggono il tagliamare ed il forno da poppa adoperandovi una conveniente quantità di puntelli.

Le fregate non ammettono che tre ordini di sostegni, quello cioè sotto le chiavi orizzontali, il rango normale e le ventriere; le corvette ne hanno due, sopprimendosi il rango normale; tutti gli altri bastimenti infine non ne hanno che un solo oltre alle chiavi.

Trattandosi di bastimenti di grande portata o di rango, le varie puntellature sono collocate a misura che il posto destinato al loro piede è scoperto dall'acqua, motivo per cui si è costretti di sospendere l'esaurimento tanto quanto è necessario perchè tutte le puntellature d'ogni ordine sieno distribuite al loro posto, e ciò onde reggere il bastimento prima che l'acqua l'abbia abbandonato intieramente al suo proprio peso. Trattandosi poi di bastimenti minori, l'esaurimento suole farsi compito e si puntella da poi.

Si tratti ora di far uscire la nave dal Bacino; sarà d'uopo di usare le precauzioni seguenti:

Primo. Se il cantiere sul quale riposa la nave non debba servire ad un'altra pronta a subentrarvi è necessario di stabilire il nuovo cantiere di fianco all'antico, onde non essere astretti di fare a vuoto un secondo esaurimento, il quale pure è necessario quando il primitivo cantiere non si trovi

nelle condizioni volute per affondare il subentrante bastimento, o quando questo non possa essere collocato su di un cantiere laterale.

Secondo. Si riuniscono insieme le ventriere a gruppi di otto o di dieci col mezzo di cavi, ed ogni gruppo è trattenuto da un cavo particolare lungo tanto quanto è d'uopo perchè giunga alla sommità del Bacino ove si annoda, finchè riempiendosi questo e riponendosi la nave a galeggiamento possano tutti questi legnami ritirarsi insieme, senza che alcuno ne rimanga sotto alla nave che sta per entrare. Le altre puntellature rimangono libere e vengono a galla quando il bastimento ritorna su l'acqua, ed è facile quindi lo sbarazzarne immediatamente il Bacino.

Terzo. Per impedire poi che la nave galleggiante non si muova ad urtare contro le sponde, massime in caso di vento gagliardo è necessario di rattenerla nella sua posizione con bracci collocati prealabilmente verso la poppa e verso la prora in senso opposto; ed ove si tratti di navi a vapore, non si dovrà mai trascurare di chiuderne le chiavi prima di introdurre l'acqua nel Bacino e di porla a galleggiamento.

Riempiuto questo, e quando le acque interne si trovino a livello colle esteriori, si rimuove tosto la porta, si estrae la nave raddobbata e si introduce quella che le deve essere sostituita, ricominciando le operazioni che or ora abbiamo descritto, per affondarla.

Il modo di aprire e di togliere da luogo la porta è facile, bastando in primo luogo di scaricarla, il che si ottiene chiudendo le chiavi e le valvole dei galleggianti, e facendo agire le trombe in modo a non isquilibrarla ed a non esporla a

troppo considerevoli sfregamenti; la porta allora sollevasi, e quando raggiunge l'emmersione voluta, si obbliqua tosto all' infuori, onde farla sortire dall' incastro e la si scosta sufficientemente onde aprire l' entrata al Bacino.

Sono queste le pratiche generali che hanno luogo per il maneggio delle navi entro i Bacini, operazioni che più che assoggettarsi ad assoluti principii, riposano essenzialmente sulla pratica, e si riferiscono totalmente alle particolari condizioni in cui si trovano questi edifizi destinati al raddobbo ed al rifacimento delle navi, sia da guerra che di commercio.

Prima però di porre un termine a queste nozioni, credo mio debito d' indicare un dettaglio essenzialissimo che riguarda il buon effetto delle porte natanti, le quali sono il mezzo principale di attivamento di quei Bacini che si costruiscono nel Mediterraneo.

Ognuno sa che una porta natante, o come dicesi un battello porta, rappresenta una gran barca, le di cui ruote di poppa e di prora in un colla chiglia sporgono molto all' infuori onde innestarsi negl' incastri preparati sul fondo della platea e nelle sponde all' entrata del Baciuo.

In questa barca ciò che forma essenzialmente la porta è il corpo centrale, il quale se si suppone segato da un piano verticale perpendicolare all' asse longitudinale del bacino, ha la forma di un trapezio uguale a quello che rappresentano gl' incastri (*V. Tav. IX*).

I fianchi servono ad equilibrare il corpo centrale, e giovano a maneggiarlo, poichè basta riempire il vuoto o la capacità loro con un corrispondente volume d' acqua per af-

fondare la porta, e basta pure lo scaricarli sottraendo l'acqua medesima, perchè la porta ritornando a galleggiare possa rimuoversi. Colla prima operazione si chiude il Bacino, si apre colla seconda e si rimette in comunicazione col mare.

I batelli porta sostituiscono le porte a capriata che chiudono i Bacini costrutti nell'Oceano, le quali sarebbe impossibile di adottare nel Mediterraneo per la difficoltà di visitarle e di racconciarle.

Le qualità principali che deve esibire una porta natante od un batello porta sono:

1.° Di galleggiare a un' altezza d'acqua tale che la porta possa uscire dagli incastri ad acque bassissime.

2.° Offrire un' immersione tale ad acque piene che la porta si possa affondare senza un impegno straordinario.

3.° Resistere alla pressione dell' acqua esteriore.

Queste condizioni richiedono calcoli gravissimi di stabilità e d' immersione, nei quali ora io non voglio addentrarmi, poichè spettanti ad un servizio diverso dal mio; ma facendo astrazione da questi e considerando le cose nella pura semplice loro materialità, dirò solo, che il corpo centrale che costituisce la porta è formato in tal guisa da poter essere caricato da un peso di zavorra di ferro che si divide in due parti distinte, una delle quali è fissa ed inamovibile e serve a costituire la stabilità del sistema; l'altra è variabile e giova a supplire all' affondamento della porta unitamente al peso dell' acqua con cui si caricano i galleggianti laterali, in relazione e proporzionatamente alle condizioni della più alta e della più bassa marea.

In questi galleggianti pescano otto corpi di tromba, a ma-

neggiare i quali occorrono novanta uomini compresi i ricambi. Alcune valvole e grosse chiavi di ferro servono ad introdurvi l'acqua ed a riempirli; le ruote di poppa e di prora sono infine provvedute di larghi sportelli fatti a guisa di cateratte, che giovano a dar acqua al bacino quando si voglia sollevare la porta onde riporla a galleggiamento.

Ma una parte essenziale, quantunque minima di questa macchina è il così detto paglietto lardato, col quale si rifascia la chiglia e che guarnisce le due ruote di poppa e di prora.

Chiamansi così certi paglietti tessuti come gli altri a forma di treccie, ai quali si aggiunge, per renderli più grossi e più durevoli, un rinforzo di corti fili di spago che formano, sopra una delle loro faccie, una specie di grosso peluzzo. Il lavoro di questi paglietti lardati consiste nel prendere a misura che si lavora la treccia, successivamente dei morselli di spago o due o tre fili alla volta di vecchie corde tagliate corte che si intrecciano nel loro mezzo ai luoghi ove ciascun filo della treccia si incrocia coll'altro; e si osserva di fare questo tessuto bene serrato. Tutte le cime restando in questo modo dalla stessa parte, ed essendo tagliate alla stessa lunghezza, rendono il tessuto del paglietto più fitto, e formano quel peluzzo che dà ad esso molta resistenza.

La larghezza dei paglietti varia fra i trenta ed i quaranta centimetri: il peluzzo è limitato da una parte e dall'altra da due cimosse, larghe per lo più tre centimetri circa, mediante le quali s'inchiodano sulla chiglia e sulle ruote.

Il paglietto inferiore che guarnisce una delle faccie late-

rali della chiglia si divide in due parti se riesce di molta lunghezza, ed è fatto di un pezzo solo quando ne abbia una discreta; gli altri due che guarniscono le ruote si accoppiano da un capo col primo, e coll'altro toccano le sommità delle ruote medesime.

Prima però di collocarli devono essere spalmati abbondantemente di sego, e perciò si usa distenderli in una doccia di legno fatta a tenuta d'acqua nella quale si versa il sego liquefatto, avvertendo però di limitarlo in modo a che non cada sulle cimosse; la qual cosa si ottiene col disporre due regoletti lungo la doccia sul fianco del peluzzo da una parte e dall'altra, che impediscono al sego di allargarsi e lo confinano nella parte sola occupata dal peluzzo.

Questa spalmatura suol farsi d'inverno anzichè nell'estate, onde il sego abbia tempo di coagolarsi, la qualcosa sarebbe impedita da una temperatura troppo elevata.

Per collocare i paglietti s'introduce la porta in un bacino, ovvero si tira a terra, od anche si abbatte in carena; si portano poi le doccie nelle quali sono essi distesi presso alla porta, e si estraggono, avvertendo di non farli piegare, e collocatili a luogo, si attaccano con chiodi di rame fatti a guisa di T, lunghi quindici o diciotto centimetri, che si cacciano nelle cimosse disponendoli a scacchiera distanti trenta circa centimetri l'uno dall'altro, i quali sono poi incrociati con altri chiodi consimili ficcati entro al peluzzo col mezzo di un cacciatojo sottile alla distanza regolare di cinquanta circa centimetri. Si avverta poi, che i capi inferiori dei paglietti che fasciano le due ruote, devono coprire e combaciare colle estremità di quelli che ricoprono

la chiglia; e che allorquando la porta a vece di legno è costrutta di ferro sarà d'uopo inchiodarli sopra di un tavolone di legno duro che all'epoca della costruzione si adatta solidariamente alla chiglia ed alle ruote.

Ad oggetto poi di facilmente spalmare la porta e di colorirla col minio senza introdurla nel Bacino, conservandola nel suo stato di funzionamento, è necessario di attaccare questi paglietti ad uno degli incastri del Bacino inchiodandoli sopra caviglie di legno duro appositamente preparate entro a dei fori che vi si dispongono in un modo regolare, ed in tal guisa che distando l'uno dall'altro di trenta circa centimetri, si trovino collocati a scacchiere.

Sono queste le pratiche colle quali si preparano i Bacini da carenaggio, e si pongono in istato di funzionare nei porti non soggetti alla marea. Mi sia ora concesso di accennare di volo i vantaggi che se ne traggono a prò delle navi.

Niuno ignora per certo quali e quante siano le cagioni che giornalmente cospirano al deperimento dei bastimenti, e quanto importi di assicurarne la durata, senza la quale l'immenso capitale che si richiede per le costruzioni navali diverrebbe poco fruttifero.

La cattiva qualità diffatti e la poca stagionatura del legname che vi si impiega, l'inzavorramento ed il carico non opportunamente disposto, le avarie che si producono nelle tempeste, gli arenamenti infine sono altrettanti motivi che accorciano la vita alle navi, e che richiedono operazioni per lo più lente e costose per prolungarla.

Ora è d'uopo convenire che i Bacini da carenaggio, i quali non sono, come alcuno ha preteso, stabilimenti di costruzione,

ma bensì luoghi di riparazione, esibiscono l'unico mezzo di visitare facilmente e con ogni prontezza le navi e di raddobbarle senza sconcerti.

Egli è chiaro diffatti che dei tre modi conosciuti finora per eseguire queste operazioni l'introduzione nei Bacini è il più pronto, il più sicuro e forse anche il più economico, quando però non si voglia onerare questi stabilimenti con una tariffa troppo gravosa, quale sarebbe quella corrispondente all'interesse della spesa della prima struttura, accresciuto da quello dell'importo dell'annuale mantenimento e dalla spesa dell'attuazione.

A dimostrar questo assunto basterà di paragonare insieme coll'uso dei Bacini, l'allaggio a terra delle navi, ed il loro abbattimento in carena, e vedremo tosto come poco convengano ai bastimenti di una grande portata e principalmente a quelli a vapore i due ultimi mezzi di raddobbo e di visita.

Io non voglio arrestarmi a descrivere in qual modo si eseguiscano queste operazioni, dirò solo, che la prima, il tirare a terra cioè delle navi, fu conosciuta sino dai primi tempi nei quali si cominciò a navigare, e convenne fino a che le navi non ebbero che una mediocre portata; poichè con pochi mezzi, e con poca forza, si poteva sempre ottenere di ridurre il bastimento in asciutto, per visitarlo in ogni sua parte, e se pur si voleva per interamente rifonderlo. Ma quando il commercio maggiormente allargandosi, conobbe il bisogno di trasportare verso lidi lontani la maggiore possibile quantità di merci; quando si accorse che chi primo giunge al mercato ottiene sempre il migliore

guadagno, gli fu giuocoforza ingrandir le sue navi, ed applicare al loro corso la sorprendente attività del vapore; ed allora si fecero tosto sentire gli incomodi che s'incontravano nel tirare a terra quelle di grande portata, le quali dovendo essere prima scaricate, richiedevano poi mezzi potenti e costosi di trazione con macchine poderosissime, per le quali oltre al consumo di un immenso materiale, dovevasi pure impiegare un tempo assai ragguardevole, che ricadeva tutto a svantaggio delle speculazioni.

Nè minor danno sentirono da questo modo di visita le navi a vapore, che dovevano essere esonerate dalle lor macchine prima di essere tratte in asciutto; dal quale fatto oltre alla notevole spesa deriva eziandio la necessità di ripetute installazioni, che non giovano certo nè alla conservazione nè al buon effetto che si deve ritrarre dal bastimento. Nè vale esibire l'esempio di operazioni di questa fatta felicemente eseguite nei Porti nostri ed in alcuni stranieri sopra grosse fregate ed anco sopra vascelli di primo rango; poichè alcuni prosperi casi non giovano a costituire un principio di convenienza, e lo addentrarsi ad esaminare queste operazioni induce a dimostrarne la poca opportunità sia per ciò che riguarda l'economia della spesa, sia per quanto riflette il rischio che si deve sempre incontrare.

L'operazione dell'abbattimento in carena non è meno della precedente fatale ai bastimenti, e più di tutto a quelli a vapore; egli è d'uopo diffatti per eseguirla di scaricarli dapprima e di smontarne le macchine; si fanno quindi girare attorno ad uno degli assi finchè tutta emerga la parte sommersa e se ne mostri la chiglia, mentre il fianco opposto

forzatamente si appoggia sul mare, nella qual giacitura sebbene sia vero che per l'allargamento che subiscono i commenti, il calafato può lavorare colla maggiore convenienza, non è però meno dimostrato, che l'ossatura generale della nave non abbia a soffrirne, e che non si consumi un maggior tempo di quanto sarebbe opportuno, dovendosi lavorare isolatamente su ciascheduno dei fianchi e ripetere per l'uno di essi le operazioni già state compite a benefizio dell'altro.

Osservisi inoltre che questa foggia di lavorare non suole ammettersi se non che in calma perfetta e con un tempo stabilito: che le variazioni della marea anche poco sensibili quali sono quelle dei nostri mari, possono gravemente influire sul buon esito delle operazioni ove si eseguiscano su di una sponda murata; e finalmente che numerosi e delicati sono gli apprestamenti coi quali si impedisce che la nave si anneghi o sia invasa dal fuoco allorquando si brusca; cosicchè se equamente si vogliano calcolare tutte quante le circostanze indicate, si dovrà ragionatamente conchiudere, che il raddobbare abbattendo in carena non può convenire senonchè ai bastimenti leggieri che rappresentano un piccolo capitale, e pei quali riescirebbe troppo gravosa la spesa dell'entrare in un Bacino, a meno che la fortuna non voglia concedere che un tal quale numero di essi richiedendo un tempo uguale per raddobbarsi, coll'entrarvi riuniti, possano rateatamente dividerla.

Al contrario di questo, l'entrata di una nave in un Bacino può sempre aver luogo senza che occorra di scaricarla o di smontarne le macchine; essa vi si trova collocata nella più naturale e migliore sua posizione: è concesso di lavo-

rarvi attorno contemporaneamente da tutte le parti, avvegnachè la si mostri libera e nuda tal quale appariva sul suo primitivo cantiere, ed è quindi minimo il tempo occorrente a raddobbarla; poichè ogni mezzo che occorra vi riesce prontissimo; e dove si tratti di una semplice ispezione di visita poche ore sono bastanti, perchè la nave venga introdotta, si adagi, sia riconosciuta, e ritorni a galleggiare.

Ella è dunque naturale conseguenza di quanto abbiamo detto il conchiudere come si debba generalmente preferire l'entrare in un Bacino ad ogni e qualunque altro modo di raddobbare, e ciò tanto più a buona ragione si potrà dire se vogliasi considerare lo straordinario sviluppo che va prendendo la navigazione a vapore, che è destinata per certo al conseguimento del più brillante avvenire, per cui annichilata ogni distanza le più lontane Regioni dovranno darsi la mano purchè le congiunga un solo braccio di mare.

Che se dunque tali e tanti sono i vantaggi che presenta la costruzione dei Bacini da carenaggio, non può darsi ragione per cui ogni Marina che abbia cura del suo prezioso materiale la rifiuti ai suoi Porti: e diffatti oggi giorno non vi ha più quasi Nazione la quale possieda una squadra che non ne vada fornita, onde è che opportunamente operava il nostro Governo, quando dopo i sostenuti gravissimi danni nel suo Militare Naviglio, finalmente decise di costruire il Bacino, or ora compito nel nostro Porto di Genova.

Chè se la spesa a cui si dovette soccombere risultò di un certo riguardo, ciò si deve principalmente alle condizioni della località, ed al modo di eseguimento che si volle dare alle imprese, ma non si potrà mai contestare che da

questo Stabilimento non debba la Marina ricavare un estesissimo frutto, col prolungare e forse anche col raddoppiare la vita delle sue navi da guerra; onde anche per questo riuscirà sempre mai più gloriosa la memoria del Generoso Sovrano che ne ordinava l'eseguimento.

E poichè abbiamo toccato questa materia gioverà il dichiararla ad oggetto anche di rettificare le idee di molti, che non conoscendo troppo profondamente le difficoltà di quest'opera pare inclinino a credere che il suo buon risultato abbia dovuto principalmente derivare da un enorme e straordinario sacrificio delle finanze.

A quest'uopo osserviamo, che il mezzo migliore di convincere, si è quello di paragonare la spesa da noi incontrata, con quella che occorse nella costruzione di opere identiche presso d'altre Nazioni; sul quale argomento potrei molto estendermi, provando che gli altri non hanno più di noi economizzato, e non sarebbe forse impossibile il dimostrare che con una buona riuscita noi abbiamo speso anche meno di quelli che non ottennero un risultato felice al pari del nostro. Ma per non dilungarmi troppo in tal controversia, paragonerò il nostro Bacino a quel di Tolone, che ha il numero 3 e che è il più recente, il quale, come risulta da una nota particolare, fu valutato in 2,300,000 fr. non contemplando in questa spesa, nè il prezzo delle macchine di prosciugamento, nè quello della porta natante, nè la differenza di costo dello scavamento preliminare del fondo, e facendo anzi conto del benefizio prodotto dall'opera dei condannati che a Tolone sono assai numerosi e fra i quali si trovano molti e capacissimi artisti.

Che se dunque alla somma anzidetta noi aggiungeremo l'ammontare di tutte queste partite arriveremo ad una totalità di due milioni e settecento mila franchi, che non differisce che di soli sessanta mila franchi da quella che da noi venne impiegata; la qual differenza sparirebbe eziandio, ed anzi otterressimo una spesa minore se si ponesse a calcolo il valore del materiale proveniente dalle costruzioni, di cui fece suo prò l'Arsenale della Marina.

Aggiungasi che per la natura del fondo nostro noi abbiamo dovuto usare la mina per iscavarlo; che non avendo officine di macchine ci fu d'uopo ricorrere a quelle straniere per costruire le nostre, e finalmente che nella totalità delle spese da noi incontrate se ne comprendono molte accessorie, come sarebbero il ripristinamento di varii locali che si dovettero demolire per dar luogo al Bacino, e che furono poi ristabiliti coi fondi assegnati alla sua costruzione; l'affittamento di magazzeni esteriori all'Arsenale che non potè somministrarne, onde raccoglierci moltissimi oggetti pei quali pure mancava lo spazio sul luogo; le indennità per la costruzione degli scali e per l'apertura delle cave state corrisposte all'Impresaro, e che si sarebbero evitate lavorando per conto dell'Amministrazione, il benefizio sui prezzi dell'opera proveniente dall'aver dato il lavoro ad impresa, infine deve riflettersi che niuno soccorso portarono nè i condannati, nè le officine dell'Arsenale.

Con questi dati io credo possa provarsi, che anche a malgrado delle gravissime difficoltà incontrate, la spesa occorsa, il di cui frutto annuale se si valuti in ragione della conservazione delle navi da guerra eccede il 5 %, non fu

così straordinaria come venne da molti annunziata, e particolarmente nell'Annuario Statistico degli Stati nostri pel 1851 al quale però sono riconoscente delle lodi che egli volle impartire a questo lavoro.

Ciò basti su questo argomento: ma per completare la presente memoria è necessario ancora di parlare di un fatto che non avendo esempio in altre costruzioni di questo genere, può riuscire di un qualche interesse, ed è questo il modo speciale col quale si procedette all'apertura della bocca o dell'entrata del Bacino di cui si ragiona.

È noto, per il già detto, che questo edifizio se si supponga spogliato dalla interna fasciatura di pietra da taglio che serve ad affazzonarlo, esibisce l' aspetto di una gran conca, chiusa per ogni lato da una murazione di calcestruzzo soda ed impermeabile all'acqua. Deve ora notarsi, che la parete che ne chiudeva la bocca era esternamente appoggiata ad una cassa che durante il lavoro faceva le veci della porta natante.

Quando dunque fu d'uopo demolire quel sodo, non potendo certamente sperare che la cassa a cui era appoggiato fosse per arrestare od impedire la irruzione delle acque, fu giuoco forza di provvedere a che un effetto così disastroso non potesse avvenire; poichè in caso contrario si sarebbe incontrata una gravissima difficoltà sia per eseguire le demolizioni sott'acqua, sia pure per estrarne le rovine provenienti dalla caduta di quella materia, che aveva già acquistata una consistenza notevole.

Premeva inoltre di assicurare l' interno del Bacino da ogni qualunque minaccia di improvviso allagamento; onde

prima di appigliarsi al distruggere, si dovette provvedere alla difesa, collo erigere una traversa di murazione cementata con pozzolana colla quale fu chiuso il Bacino laddove già si era preparato il primo incastro della porta natante. In questa guisa assicurato l'interno, e costretta in ogni caso l'acqua esteriore a non procedere oltre a quel limite, si cominciava l'atterramento dell'argine che chiudeva la bocca.

E qui due modi si presentavano di lavorare; l'uno di essi mi spingeva a vuotare l'interno di quella tura, a sostenerla con adeguato puntellamento, ed a rovinarla poi colla polvere, il qual mezzo era già stato fortunatamente impiegato a Tolone per abbattere l'eccedenza delle testate del nuovo Bacino; ma in questo modo operando io mi imbatteva sempre in lavori difficili di sgombramento e non avrei mai potuto guarentire se non dopo lunghe e replicate perlustrazioni che la soglia e gli incastri del Bacino fossero liberi e vuoti da ogni qualunque materia.

L'altro modo offeriva una via più lunga, ma più sicura; credetti quindi opportuno di preferirlo, e perciò a forza di scalpello e di mazza ridursi quell'enorme macigno che aveva più di tre metri di grossezza ed una crosta sottile di soli cinquanta centimetri, che puntellai con accuratezza reggendo tutto il sistema con dei tavoloni sui quali si appoggiavano le travature. Lavorando in tal modo, io poteva temere non avvenissero delle infiltrazioni; ma rade e poco abbondanti si mostrarono e sempre vennero facilmente superate mediante una o due trombe. Ma oramai non poteva fidarmi più a lungo di un ostacolo così poco resistente a

fronte della spinta che opponevano le acque. Credetti quindi indispensabile di profittare dello sporgimento delle due testate estreme del Bacino sulla cassa che lo chiudeva per formare una tura, che venne costrutta col mezzo di un telaio a palafitta sorretto da alcuni pali che col mezzo di stringhe si venivano a collegare col legname della cassa medesima. Lo spazio frapposto venne allora riempiuto d'argilla accuratamente calcata è purgata da ogni qualunque pietrame, la quale assodandosi e chiudendo ogni varco alle infiltrazioni diede luogo di abbattere senza alcun inconveniente il resto di quel frontale che tanta attenzione e tanta cura aveva richiesto per essere senza alcun incidente rimosso. Ripulivasi allora il fondo colla maggiore accuratezza possibile, e si apriva l'adito all'acqua che regolatamente venne introdotta fra la cassa di chiudimento ed il muro di argine o di sostegno poco prima costrutto, e si livellò con quella esteriore. Raccolto quindi il legname che galleggiava, si cominciò a smantellare ed a demolire la tura esterna, operazione che non richiese grave fatica, e che una volta compita permise di scaricare la cassa che chiudeva ancora il Bacino, la quale ritornando a galleggiamento venne scostata per introdurre a suo luogo e negli incastri già preparati la porta natante.

L'operazione dell'affondamento di questa macchina riuscì assai felicemente e venne eseguita per la prima volta da noi per cura del Colonnello Coccon Direttore del Genio Navale.

Occorreva poi di riconoscere se la porta così collocata fosse in istato di ben funzionare, e bisognava per ciò mettere in secco lo spazio che rimaneva compreso fra di essa e l'argine di murazione ultimamente costrutto.

Venne dunque immediatamente intrapreso questo lavoro valendosi delle due trombe alla Testu che si avevano a disposizione, non essendo ancora compita la installazione delle macchine di esaurimento.

La prova riuscì felicissima, ed in breve tempo venne di nuovo scoperta la platea; i pochi trasudamenti della porta diminuirono di giorno in giorno e finalmente sparirono, e si ebbe campo di demolire con ogni calma la murazione che chiudeva il Bacino, il quale rimanendo libero affatto si trovò in caso di poter funzionare.

A complemento di questa memoria più non rimane che il descrivere la macchina destinata ai prosciugamenti che si vede delineata particolarmente nella Tav. X. Essa è a pressione media, e ad espansione; ed il suo condensatore è collocato in un recipiente ripieno d' acqua e come dicesi a refrigerante, e tubolare.

Il cilindro ha 450 millimetri di diametro, la corsa dello stantuffo è di 1ᵐ 20. Egli dà moto ad un bilanciere che fa girare il volante per mezzo di un braccio che si congiunge all'albero piegato che lo sostiene. Due altri bracci sono pure attaccati al bilanciere, e questi producono un movimento alternativo sulli stantuffi di due grossi corpi di tromba situati al disotto della macchina, i quali hanno il diametro e la corsa misurata da ottanta centimetri, Gli stantuffi sono pieni ed agiscono per conseguenza per aspirazione e compressione. La macchina dovrebbe sostenere la sua massima carica quando le acque del Bacino giungono a toccare la metà della loro altezza misurata dal fondo della platea: ma per uniformarne sempre l'azione durante tutto il tempo

in cui si opera l'esaurimento, fu provveduta da un apparato particolare che chiameremo di compensazione, l'utilità del quale sarà dimostrata ove si osservi che le trombe dovendo produrre il loro massimo effetto quando l'acqua è giunta a toccare la metà dell'altezza del Bacino, sarebbero esse di una capacità troppo debole per aspirare le zone superiori dell'acqua, e riuscirebbero di una forza eccedente per esaurire quelle che sottostanno al detto livello.

Si pensò dunque di preparare sull'asse piegato che regge il volante e dal capo opposto a questo una manovella che descrive una circonferenza, il di cui raggio è variabile in virtù di una vite che ne avvicina, o ne allontana dal centro l'estremità, cosicchè avendo essa una lunghezza di 0^{m} 20 da una parte e dall'altra del punto centrale, il suo braccio puole allungarsi fino a 0. 40 quando la rotazione si esercita in un senso e può ridursi anche a 0 se invertindo il movimento la rotazione abbia luogo in un senso contrario.

Giova questa manovella ad imprimere un moto alternato ad una leva fatta a guisa di T che mette in azione due piccole trombe di 0. 80 di diametro, che hanno una corsa che può variare da 0. 40 a 0 a seconda che più si allunga o si raccorcia il braccio che ne produce il movimento.

I quattro capi di tromba sono quindi accoppiati due a due, ed ogni coppia che si compone di una grande e di una piccola, ha una valvola che è comune ad entrambe.

Ciò posto, ecco in qual modo succede l'esaurimento. — Al principiare dell'operazione le quattro trombe funzionano insieme, e ad ogni rivoluzione della macchina viene assorbito un volume d'acqua pressochè uguale alla totale capacità

dei quattro corpi di tromba; ma a misura che le acque si abbassano e che si aumenta per conseguenza la carica della macchina diminuisce proporzionalmente la corsa degli stantuffi delle piccole trombe fino a ridursi a zero quando si tocca il livello della media altezza delle acque: e durante questo primo periodo, il volume d'acqua assorbito pareggia la capacità delle due grosse trombe.

Ma allora quando le acque si abbassano al disotto del loro livello medio succede tosto una inversione nel giuoco della macchina per cui si rimettono in moto le due piccole trombe, e la corsa del loro stantuffo va crescendo sino a toccare il suo massimo che è di quaranta centimetri, il che avviene quando si arriva a scoprire la platea del Bacino. Egli è ora evidente che nel primo caso tutte le trombe aspirano insieme e respingono l'acqua, nel secondo sono le grandi che aspirano mentre le piccole la ricacciano fuori.

Da ciò deriva che durante la prima operazione la quantità d'acqua che ad ogni istante viene assorbita è uguale alla somma della capacità delle trombe e si riduce alla lor differenza quando le acque sono discese al disotto del loro livello medio ordinario.

Giovi or qui l'osservare che siccome le piccole trombe hanno un diametro eguale a quello delle più grandi, ma la corsa degli stantuffi delle une è la metà di quella delle altre succede così, ove si pareggiasse ad una quantità definita corrispondente e rappresentata da 1. 50 il prodotto che si ottiene dalla macchina al principiare della operazione, quello che si avrà quando le acque toccano il loro livello medio sarà espresso da uno, e finalmente l'ultimo effetto utile

della macchina istessa sarà equivalente a 0. 50, vale a dire che la quantità d'acqua esaurita alla fine corrisponde sempre ad un terzo di quello che si otteneva al principio della operazione.

In questa guisa si procede all'esaurimento senza complicazione e con un metodo adattato e della massima regolarità, non richiedendosi attenzioni maggiori di quante ne occorrono per vigilare altre macchine stabilite sui più comuni principii.

Le caldaie sono tubulari e collocate verticalmente; si riempiono con acqua dolce, e si alimentano coi prodotti della distillazione che provengono dalla condensazione del vapore, la quale succede senza che l'acqua venga in niun modo alterata, e che si rimettono immediatamente nelle caldaie per mezzo di una piccola tromba il di cui funzionare è continuo durante tutto l'esaurimento. Da ciò proviene che la quantità d'acqua dolce, che riempie le caldaie essendo sempre costante, il suo livello non potrà mai variare; si va esenti dal dover provvedere all'alimentazione, e non si incorre nell'inconveniente di vedere ostruiti i loro piccoli tubi dalle incrustazioni e dai depositi.

Dovrebbesi ora indicare quale sia l'effetto utile assoluto di questa macchina, ma questo calcolo non può farsi con esattezza senonchè dopo molte e ripetute esperienze: possiamo per altro accertare che se in tutte quelle sinora applicate agli esaurimenti d'altri Bacini fu questo riconosciuto equivalente alla metà della lor potenza effettiva, in questa si può prevedere che per le sagaci disposizioni ideate dall'esimio Ingegnere Sig. Barnes si è per ottenere un effetto utile di gran lunga più considerevole.

E nel por fine a questa memoria che desidero possa riuscire di qualche vantaggio, e dimostrare come il buon esito delle più grandi imprese molte volte dipenda dal curarne le più minute specialità, mi credo in dovere di dichiarare la spesa che occorse nella costruzione del nostro Bacino onde facilmente si possa conoscere da ogniuno come ed in quali oggetti vennero impiegate le somme, che prima il Re, e poi il Parlamento vollero applicarvi a vantaggio della Marina.

QUADRO GENERALE

DELLE SPESE OCCORSE PER LA COSTRUZIONE

DEL BACINO DI CARENAGGIO NEL PORTO DI GENOVA

ART. I.

Lavori di scavamento per la preparazione del fondo del Bacino, compresa la demolizione della Cinta e delle Scogliere che, come si vede nella Tav. II ne chiudevano l'ingresso dalle parte del Porto.

Scavo eseguito colle macchine ordinarie dette Curaporti (Vedi Tavola III).	Ln. 237,018. 17.	Ln.	358,033. 81
Scavo eseguito colle mine. .	» 121,015. 64.		

ART. II.

Costruzione delle Bette per trasporto delle materie e riparazioni alle macchine di espurgamento.	»	23,210. 92

ART. III.

Fitto di Magazzini	»	4,000. 00

ART. IV.

Spese diverse per istudj, noli e trasporti di macchine imprestate dal Governo Francese e destinate al versamento del Calcestruzzo ed alla manipolazione degli smalti	»	3,429. 12

ART. V.

Ammontare della Porta natante costrutta dagli Ingegneri Benet et Peyruc (Vedi Tav. X). . .	»	155,687. 50

A riportarsi. . . .	Ln.	544,361. 35

Riporto . . . Ln. 544,361. 35

ART. VI.

Ammontare della Macchina di prosciugamento eseguita dall'Ingegnere Barnes (Vedi Tav. X) . » 46,000. —

ART. VII.

COSTRUZIONE PARTICOLARE DEL BACINO.

Lavori preliminari per la riduzione di alcuni fabbricati che si dovettero sostituire a quelli che furono demoliti . . . Ln. 2,477. 62.

Preparazione del fondo pel collocamento delle Casse di sponda colle quali venne divisa l'acqua della Darsina da quella del Bacino e se ne formarono le testate (Vedi Tavola III) . . . . » 30,301. 32.

Costruzione del Ponte natante (Vedi Tavola IV). . . . » 27,103. 89.

Costruzione di un piccolo pontone . . . . » 5,707. 74.

Costruzione delle Casse di forma collocate nell'interno del Bacino per servire a modellarne il vuoto . . . . . . » 354,794. 15.

Costruzione del Bacino vale a dire formazione della platea e dei fianchi in calcestruzzo, demolizione delle Casse di forma, costruzione della galleria di assanimento che circonda il Bacino, pavimentazione della platea, la quale venne prima spianata con murazione di scapoli a smalto di pozzolana

A riportarsi . . . Ln. 420,384. 72. Ln. 590,361. 35

Riporto . . .	Ln. 420,384. 72.	Ln. 390,361. 33
sulla quale s'impose un doppio pavimento di mattoni duri, e finalmente fu compita con un lastricato regolare di pietra della Spezia di 0,18 di grossezza costruito a spina di pesce; fasciamento laterale dei fianchi e costruzione delle banchine con pietra da taglio del paese nella parte meno esposta, e della Spezia nei coronamenti; formazione del muro d'argine per l'apertura della bocca; demolizione del sodo di calcestruzzo che la chiudeva; innalzamento dell'edifizio per la macchina di prosciugamento; pavimentazione con pietra dura di tutta la sponda superiore del Bacino, e lavori diversi per l' installazione della macchina.	» 1,820,028. 98.	
Totale . . .	Ln. 2,240,413. 70.	» 2,240,413. 70

ART. VIII.

Costruzione del Cantiere fatto a diligenza della Marina .	» 16,600. —	» 16,600. 00
Totale . . .	Ln. 2,257,013. 70.	

ART. IX.

Spese diverse	» 2,983. 07
Importo totale dei lavori	Ln. 2,850,358. 12

Riporto. . . . Ln. 2,850,338. 12

Diffalcando da questo importo totale gli assegnamenti fatti dal Governo, i quali consistono:

1.° Nel fondo assegnato con R. Biglietto in data del 21 agosto 1843 in . . Ln. 2,540,000. —

2.° Più altro fondo stabilito con legge del Parlamento 13 marzo 1851 . . . . » 250,000. —

» 2,790,000. 00

Si ha l'eccedenza di . . . . Ln. 60,338. 12

Di cui fu già fatta menzione nel corso della presente memoria, e per la quale si spera che vorrà provvedere ancora il Parlamento, sia avuto riguardo alla buona riuscita dell'opera, come all'esiguità della somma.

Osserveremo intanto che l'ammontare dei lavori che particolarmente riguardano la costruzione assoluta del Bacino non ascende che alla somma di Ln. 2,257,013. 70; e che le rimanenti Ln. 593,344. 42 riflettono specialmente il costo dello scavo, il valore delle macchine e quanto occorse infine per preparare il lavoro e per porre il Bacino in istato di funzionare.